

# **Ipari technológiák**

**Dr. Német, Béla**

---

# **Ipari technológiák**

Dr. Német, Béla

TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1 MSc Tananyagfejlesztés

Interdiszciplináris és komplex megközelítésű digitális tananyagfejlesztés a természettudományi képzési terület mesterszakjaihoz

---

# Tartalom

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Előszó .....                                                                                     | xvi |
| 1. Nyersanyagok bányászata, környezeti hatásai. ....                                             | 1   |
| 1. Az ásványi nyersanyagok bányászatának a föld felszínéhez való viszonya .....                  | 1   |
| 1.1. Külszíni fejtés .....                                                                       | 2   |
| 1.2. Mélyművelés .....                                                                           | 3   |
| 1.3. Fűrőlyukakkal történő kitermelés .....                                                      | 3   |
| 1.4. Külszíni fejtés gépei .....                                                                 | 4   |
| 1.5. Szállító járművek külszíni fejtéseken .....                                                 | 6   |
| 2. Vasérc bányászat .....                                                                        | 6   |
| 3. A bauxitbányászat .....                                                                       | 7   |
| 4. További ércek bányászata .....                                                                | 8   |
| 4.1. Külszíni ércbányák. Rézérc bányászata .....                                                 | 8   |
| 4.2. Mély tengeri bányászat .....                                                                | 10  |
| 5. Gyémánt bányászat .....                                                                       | 11  |
| 6. Mész, homok, kavics, építő és díszítő bányászat .....                                         | 13  |
| 7. Uránérc bányászat .....                                                                       | 14  |
| 7.1. Az urán szerepe és az előfordulása a Földön .....                                           | 14  |
| 7.2. Uránérc bányászat Magyarországon (1956-1997) .....                                          | 15  |
| 7.3. Hazai uránbányászat értékelése .....                                                        | 16  |
| 8. Kérdések .....                                                                                | 18  |
| 9. Tesztek .....                                                                                 | 19  |
| 10. Megoldáskód 1-es témához .....                                                               | 23  |
| 11. Hivatkozások .....                                                                           | 23  |
| 2. Energiahordozók hagyományos bányászata, környezeti hatásai. ....                              | 25  |
| 1. Szénbányászat .....                                                                           | 25  |
| 2. Kőolaj kitermelés .....                                                                       | 30  |
| 2.1. A kőolaj eredete .....                                                                      | 30  |
| 2.2. A kőolajcsapda .....                                                                        | 31  |
| 2.3. A kitermelés különböző kőzettani rétegekből és annak különböző fázisai .....                | 32  |
| 2.3.1. A fűrőlyukakon keresztül termelik ki a gázokat, könnyű- és nehézolajokat. ....            | 32  |
| 2.3.2. Víz alatti kitermelési módszerek .....                                                    | 32  |
| 2.3.3. A szilárd fázisokhoz kötött olajhomok és olajpala kitermelése .....                       | 32  |
| 2.4. Kőolaj bányászata szárazföldön .....                                                        | 32  |
| 2.4.1. Fűrőberendezések .....                                                                    | 32  |
| 2.4.2. Szárazföldi fűrőtornyok .....                                                             | 33  |
| 2.4.3. Mocsári fűrőegységek .....                                                                | 35  |
| 2.5. Szállítás .....                                                                             | 35  |
| 2.5.1. Csővezetékek és szivattyúállomások .....                                                  | 35  |
| 2.5.2. Tartályhajók .....                                                                        | 36  |
| 2.5.3. Tartálykocsik .....                                                                       | 39  |
| 2.6. Kőolajbányászat mélytengeri területeken .....                                               | 39  |
| 2.6.1. Fűrőhajók .....                                                                           | 39  |
| 2.6.2. Mélytengeri olajkitermelő rendszerek .....                                                | 40  |
| 2.6.3. Jéghegybiztos fűrősziget .....                                                            | 44  |
| 2.7. Kőolaj kitermelés Magyarországon .....                                                      | 46  |
| 3. Földgáz kitermelés .....                                                                      | 47  |
| 4. Termálvíz, ásványvíz kitermelés .....                                                         | 50  |
| 5. Geotermikus energia hasznosítása. (mélyfűrés, hidraulikus kőzetrepesztés) .....               | 52  |
| 6. Kérdések .....                                                                                | 53  |
| 7. Tesztek .....                                                                                 | 54  |
| 8. Megoldáskód 2-es témához .....                                                                | 58  |
| 9. Hivatkozások .....                                                                            | 59  |
| 3. Energiahordozók nem hagyományos bányászata, előállítása (palaolaj, homokolaj, palagáz) .....  | 61  |
| 1. Olajpala és olajhomok bányászata, palaolaj és homokolaj előállítása .....                     | 63  |
| 1.1. Olajpala, olajhomok fogalma, lelőhelyei .....                                               | 63  |
| 1.2. Palaolaj, homokolaj kinyerése a felszín felett kitermelt olajpala, olajhomok esetében ..... | 65  |

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.3. Kőolaj kinyerése a felszín alatt található olajpala, olajhomok esetében .....     | 67  |
| 2. Palagáz és homokgáz bányászata .....                                                | 71  |
| 2.1. Palagáz előfordulás a Földön, az USA-ban, Európában. ....                         | 71  |
| 2.2. Palagáz és homokgáz bányászatával kapcsolatos kérdések .....                      | 73  |
| 2.3. A palagáz kinyerésének módszere, technológiája .....                              | 74  |
| 3. Mesterséges kőolaj előállítás .....                                                 | 76  |
| 3.1. A Fischer–Tropsch-eljárás .....                                                   | 76  |
| 3.2. A katalitikus krakkolás (bontás, hidrogénezés) .....                              | 77  |
| 4. Kérdések .....                                                                      | 79  |
| 5. Tesztek .....                                                                       | 80  |
| 6. Megoldáskód 3-as témához .....                                                      | 83  |
| 7. Hivatkozások .....                                                                  | 83  |
| 4. Kőolaj feldolgozó technológiák, frakcionálás, krakkolás, környezeti hatásaik .....  | 85  |
| 1. Kőolaj finomítás és termékei .....                                                  | 85  |
| 1.1. A kőolaj atmoszférikus desztillációja .....                                       | 85  |
| 1.2. Kőolajfinomítás a világban .....                                                  | 88  |
| 1.3. Kőolajfinomítás Magyarországon: MOL Zrt. ....                                     | 91  |
| 2. Katalitikus krakkolás és főbb termékek .....                                        | 93  |
| 2.1. Fluidágyas katalitikus krakkolás .....                                            | 93  |
| 2.2. Az etilén gáz felhasználási területei .....                                       | 94  |
| 3. Kérdések .....                                                                      | 95  |
| 4. Tesztek .....                                                                       | 96  |
| 5. Megoldáskód a 4-es témához .....                                                    | 97  |
| 6. Hivatkozások .....                                                                  | 97  |
| 5. Fémek előállításának fizikai, kémiai alapjai .....                                  | 98  |
| 1. A fémek feldolgozásának fizikai alapjai. Fémtan, tüzeléstan .....                   | 98  |
| 1.1. Fémtan .....                                                                      | 98  |
| 1.2. Tüzeléstan .....                                                                  | 102 |
| 2. A fémek feldolgozásának energiaigénye és környezeti hatásuk. ....                   | 106 |
| 2.1. A feldolgozó technológiák energiaigénye .....                                     | 106 |
| 2.2. A feldolgozó technológiák környezeti hatása .....                                 | 107 |
| 3. A fémek feldolgozásának kémiai alapjai .....                                        | 108 |
| 4. Kérdések. ....                                                                      | 112 |
| 5. Tesztek .....                                                                       | 113 |
| 6. Megoldáskód az 5-ös témához .....                                                   | 115 |
| 7. Hivatkozások .....                                                                  | 115 |
| 6. Alapvető kohászati technológiák és környezeti hatásaik. ....                        | 116 |
| 1. Vaskohászat: Nyersvasgyártás, acélgyártás. Vasötvözetek előállítása .....           | 116 |
| 1.1. Nyersvasgyártás (Öntöttvasak hőkezelése. Ötvözött öntöttvasak) .....              | 116 |
| 1.2. Az acélgyártás főbb termékei .....                                                | 118 |
| 1.3. Alapvető vas ötvöző anyagok .....                                                 | 121 |
| 2. Könnyűfémkohászat: alumínium, magnézium, titán. Alumíniumötvözetek előállítása. ... | 122 |
| 2.1. Alumíniumgyártás .....                                                            | 122 |
| 2.2. Magnéziumgyártás .....                                                            | 130 |
| 2.3. Titánkohászat .....                                                               | 132 |
| 3. Színesfémkohászat: arany- és ezüstkohászat. ....                                    | 132 |
| 4. Kérdések .....                                                                      | 133 |
| 5. Tesztek .....                                                                       | 135 |
| 6. Megoldáskód a 6-os témához .....                                                    | 136 |
| 7. Hivatkozások .....                                                                  | 136 |
| 7. Alapvető fémmegmunkáló technikák .....                                              | 138 |
| 1. Öntés, képlékenyalakítás, préseles, mélyhúzás. ....                                 | 138 |
| 1.1. Öntés .....                                                                       | 138 |
| 1.2. Olvasztó berendezések .....                                                       | 142 |
| 1.3. Képlékenyalakítás, ....                                                           | 145 |
| 1.4. Préseles .....                                                                    | 146 |
| 1.5. Mélyhúzás. ....                                                                   | 151 |
| 2. Kovácsolás, forgácsolás. ....                                                       | 152 |
| 2.1. Kovácsolás, ....                                                                  | 152 |
| 2.2. Forgácsolás. ....                                                                 | 155 |



|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3. Kérdések .....                                                                  | 159 |
| 4. Tesztek .....                                                                   | 160 |
| 5. Megoldáskód a 7-es témához .....                                                | 161 |
| 6. Hivatkozások .....                                                              | 161 |
| 8. Műanyag előállítási technológiák. ....                                          | 163 |
| 1. A műanyag története .....                                                       | 163 |
| 2. A műanyagok csoportosítása .....                                                | 163 |
| 2.1. Eredet szerinti besorolás .....                                               | 164 |
| 2.2. Hővel szembeni viselkedés szerinti besorolás .....                            | 165 |
| 2.3. Szerkezet szerinti besorolás .....                                            | 165 |
| 3. Műanyag termékek előállításának technológiái .....                              | 166 |
| 3.1. „Alapanyag” készítés .....                                                    | 166 |
| 3.2. Sajtolás .....                                                                | 167 |
| 3.3. Fröccssajtolás (folytatás). ....                                              | 167 |
| 3.4. Fröccsöntés .....                                                             | 169 |
| 3.5. Extrudálás .....                                                              | 170 |
| 3.6. Kalanderezés .....                                                            | 171 |
| 3.7. Vákuumformázás .....                                                          | 171 |
| 3.8. Túlnyomásos (vagy prés lég-) formázás .....                                   | 172 |
| 4. A leggyakoribb műanyagok .....                                                  | 173 |
| 4.1. A kereskedelem, háztartásban előforduló műanyagok általános leírása .....     | 173 |
| 4.2. A háztartásban gyakran előforduló műanyagok .....                             | 174 |
| 4.3. Adalékanyagok élettani hatásáról. ....                                        | 178 |
| 5. A műanyag hulladékok szelektív gyűjtése, újrafeldolgozása, hasznosítása .....   | 179 |
| 6. Kérdések .....                                                                  | 180 |
| 7. Tesztek .....                                                                   | 181 |
| 8. Megoldáskód a 8-as témához .....                                                | 183 |
| 9. Hivatkozások .....                                                              | 183 |
| 9. Elektromos energia előállító „technológiák” és környezeti hatásaik. ....        | 185 |
| 1. Az elektromos energia előállításának fizikai formái .....                       | 185 |
| 2. Széntüzelésű hőerőművek. ....                                                   | 187 |
| 3. Gázturbinás kogenerációs erőművek. Kombinált ciklusú gázturbinás erőművek ..... | 188 |
| 4. Atomerőművek. (nyomott vizes, gázos) .....                                      | 192 |
| 5. Víz erőművek .....                                                              | 201 |
| 6. Szél erőművek .....                                                             | 204 |
| 7. Nap erőművek .....                                                              | 206 |
| 8. Napelemes erőművek .....                                                        | 210 |
| 9. ORC erőművek .....                                                              | 213 |
| 10. Stirling motoros erőmű .....                                                   | 214 |
| 11. Elemek, akkumulátorok .....                                                    | 215 |
| 12. Energia cella (tüzelőanyag cella) .....                                        | 216 |
| 13. Kérdések .....                                                                 | 219 |
| 14. Tesztek .....                                                                  | 221 |
| 15. Megoldáskód a 9-es témához .....                                               | 223 |
| 16. Hivatkozások .....                                                             | 223 |
| 10. Az épített környezet anyagainak gyártása .....                                 | 226 |
| 1. Építőanyagok osztályozása .....                                                 | 226 |
| 1.1. Természetben fellelhető építőanyagok .....                                    | 226 |
| 1.2. Mesterséges építőanyagok .....                                                | 226 |
| 2. Az építőanyagok fő tulajdonságai .....                                          | 226 |
| 3. Kötőanyagok. Mész, gipsz. ....                                                  | 227 |
| 3.1. Mész kő bányászata, szállítása .....                                          | 228 |
| 3.2. Mész kő feldolgozása: cementgyárak .....                                      | 229 |
| 3.3. Az égetett mész előállítása .....                                             | 231 |
| 4. Cementek előállítása és tulajdonságai, klinker ásványok, felhasználás .....     | 233 |
| 4.1. A cement története, elterjedésének oka .....                                  | 233 |
| 4.2. A cementgyártás .....                                                         | 233 |
| 4.3. Klinker ásványok jellemzése .....                                             | 235 |
| 4.4. Hidratációs alakváltozások .....                                              | 236 |
| 4.5. Cementekhez adható kiegészítő anyagok .....                                   | 236 |

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.6. Cement, mész csomagolása .....                                                              | 236 |
| 4.7. Cement, beton szállítása vasúton, közúton .....                                             | 239 |
| 5. Vas, acél .....                                                                               | 240 |
| 5.1. A nyersvas, acél fizikai, kémiai tulajdonságai, gyártásuk .....                             | 240 |
| 5.2. Híres acél szerkezetű épületek: .....                                                       | 241 |
| 6. Beton, vasbeton .....                                                                         | 242 |
| 6.1. A beton és története .....                                                                  | 242 |
| 6.2. A vasbeton .....                                                                            | 243 |
| 6.3. Vasbeton szerkezetű épületek .....                                                          | 244 |
| 7. Kérdések .....                                                                                | 246 |
| 8. Tesztek .....                                                                                 | 247 |
| 9. Megoldáskód a 10-es témához .....                                                             | 249 |
| 10. Hivatkozások .....                                                                           | 249 |
| 11. Számítástechnikai és infokommunikációs eszközök technológiái. ....                           | 250 |
| 1. Félvezető. Félvezetők csoportosítása, típusai. ....                                           | 250 |
| 2. Félvezető elektronika történelme .....                                                        | 251 |
| 2.1. Elemi számolásokat végző eszközök a félvezetőket megelőző időkben .....                     | 251 |
| 2.2. Félvezető elektronikai elemek, összetett áramkörök és eszközök részletes ismertetése .....  | 252 |
| 2.3. Szilárdtest elektronika, infokommunikációs eszközök és technológiák történelme .....        | 257 |
| 2.4. Az infokommunikációs eszközök és technológiák részletesebb bemutatása .....                 | 258 |
| 2.5. Perifériák az alapvető eszközök és technológiák „szolgálatában” .....                       | 266 |
| 2.6. Internetes keresők, közösségi portálok .....                                                | 267 |
| 3. A félvezető ipar fejlődése napjainkig .....                                                   | 267 |
| 3.1. Moore törvénye .....                                                                        | 267 |
| 3.2. Nanotechnológia a chipek gyártása terén: 45 nanométer .....                                 | 275 |
| 3.3. Nanotechnológia a chipek gyártása terén: 22 nanométer .....                                 | 275 |
| 3.4. Új anyagok: chipgyártás "vaskorszaka" .....                                                 | 276 |
| 4. Kérdések .....                                                                                | 277 |
| 5. Tesztek .....                                                                                 | 279 |
| 6. Megoldáskód a 11-es témához .....                                                             | 280 |
| 7. Hivatkozások .....                                                                            | 280 |
| 12. Modern anyag megmunkálási és felületanalitikai módszerek: nanotechnológia. ....              | 282 |
| 1. Áttekintés a nanotechnológia eredményeiről különböző ipari területeken .....                  | 282 |
| 1.1. A nanotechnológia történeti kialakulásának meghatározó eseményei .....                      | 282 |
| 1.2. Nanotechnológia a nagyméretű tárgyak felületeinek kialakításában .....                      | 285 |
| 2. Nanotechnológia a chipgyártás területén .....                                                 | 289 |
| 2.1. A lézeres fotolitográfia eszközei, optikai módszerei .....                                  | 289 |
| 2.2. A chippek elkészítésének technológiai lépései .....                                         | 290 |
| 2.3. Nanolitográfiai technikák .....                                                             | 292 |
| 3. Mikro-megmunkálás lézerekkel .....                                                            | 295 |
| 3.1. A lézeres megmunkálás (vágás, gravírozás) alapjai .....                                     | 295 |
| 3.2. Felületi megmunkálásnál alkalmazható lézerek .....                                          | 297 |
| 3.3. Lézeres megmunkálás eredményei .....                                                        | 297 |
| 4. Mikro-megmunkálás protonnyalábbal .....                                                       | 299 |
| 5. Pásztázó alagútáram-mikroszkóp .....                                                          | 300 |
| 6. Kérdések .....                                                                                | 301 |
| 7. Tesztek .....                                                                                 | 302 |
| 8. Megoldáskód a 12-es témához .....                                                             | 303 |
| 9. Hivatkozások .....                                                                            | 303 |
| 13. Nukleáris hasadóanyag előállító, felhasználó és radioaktív hulladékkezelő technológiák. .... | 305 |
| 1. A nukleáris energetika komplex rendszere .....                                                | 305 |
| 2. Hasadóanyag tartalmú ércek feldolgozása .....                                                 | 308 |
| 2.1. Kémiai eljárás a bányászatot követően. ....                                                 | 308 |
| 2.2. ISR uránbányászati technológia .....                                                        | 309 |
| 3. Izotópdúsítás, atomerőműi fűtőelem előállítása .....                                          | 310 |
| 3.1. Gázdiffúziós eljárás (Gaseous diffusion) .....                                              | 310 |
| 3.2. Gáz-ultracentrifugálásos módszer (Gas centrifuge) .....                                     | 312 |
| 3.3. Lézeres izotópdúsítás (Separation of Isotopes by Laser Excitation - SILEX) .....            | 313 |
| 3.4. Fűtőelemgyártás .....                                                                       | 314 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. Atomerőműi technológiák .....                                                   | 315 |
| 4.1. Második generációs atomerőművek, üzemidő hosszabbítás .....                   | 316 |
| 4.2. Harmadik generációs atomerőművek .....                                        | 316 |
| 4.3. Negyedik generációs atomerőművek .....                                        | 319 |
| 5. Kiegett fűtőanyagok kezelése. Radioaktív hulladékok és tárolásuk. ....          | 320 |
| 5.1. Atomerőműi hulladékok .....                                                   | 320 |
| 5.2. A Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló .....                              | 321 |
| 5.3. Az atomerőműi kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok kezelése ..... | 321 |
| 6. Kiegett fűtőanyagok felhasználása .....                                         | 325 |
| 6.1. A dúsítási maradék és a kiegett üzemanyag felhalmozódása .....                | 325 |
| 6.2. Kiegett üzemanyag reprocessálása .....                                        | 325 |
| 6.3. Transzmutáció .....                                                           | 327 |
| 7. Kérdések .....                                                                  | 328 |
| 8. Tesztek .....                                                                   | 329 |
| 9. Megoldáskód a 13-as témához .....                                               | 330 |
| 10. Hivatkozások .....                                                             | 331 |
| 14. Élelmiszeripari technológiák. ....                                             | 333 |
| 1. Malomipar. Gabonafélék élelmiszer irányú feldolgozása .....                     | 333 |
| 1.1. Malomipar létrejötte. Hengerszék. Fehér liszt. Teljes kiőrlésű liszt .....    | 333 |
| 1.2. A gabonaipar alapanyagai .....                                                | 334 |
| 1.3. A gabonafeldolgozó-ipar termékei .....                                        | 335 |
| 2. Sütő- és tésztaipar .....                                                       | 335 |
| 2.1. Sütőipari termékek .....                                                      | 336 |
| 2.2. Szárasztészták. ....                                                          | 336 |
| 3. Cukoripar. Cukorrépa feldolgozása. ....                                         | 336 |
| 3.1. A cukor felhasználás története. ....                                          | 336 |
| 3.2. A cukorgyártás alapanyagai, fizikai, kémiai alapjai .....                     | 337 |
| 3.3. A cukor előállítása répából .....                                             | 338 |
| 3.4. A cukoripar késztermékei, melléktermékei .....                                | 342 |
| 4. Édesipar. Édességek .....                                                       | 343 |
| 4.1. Finomcukrok előállítása .....                                                 | 343 |
| 4.2. Csokoládé előállítása .....                                                   | 343 |
| 5. Növényolajipar. Növényi zsírok előállítása. ....                                | 344 |
| 5.1. Étolajok. ....                                                                | 344 |
| 5.2. Margarinok: .....                                                             | 344 |
| 6. Húsipar. Vágóhidak, hús feldolgozás, tartósítás, szállítás. ....                | 345 |
| 6.1. Vágóhidak. ....                                                               | 345 |
| 6.2. Nagyüzemileg alkalmazott tartósítási eljárások vágott hús esetében: .....     | 346 |
| 6.3. Húskészítmények .....                                                         | 347 |
| 6.4. Húskonzervek .....                                                            | 348 |
| 7. Tejipar. Tejfeldolgozás, tejtermékek .....                                      | 348 |
| 7.1. A tej .....                                                                   | 348 |
| 7.2. Tejkészítmények, tejtermékek, melléktermékeik .....                           | 349 |
| 8. Konzervipar. Zöldségfélék és gyümölcsök konzerválása. ....                      | 351 |
| 8.1. A zöldségfélék és tartósításuk termékei. Zöldségkonzervek. ....               | 351 |
| 8.2. A gyümölcsök és tartósításuk termékei. ....                                   | 352 |
| 8.3. Üdítőitalok .....                                                             | 352 |
| 9. Hűtőipar. Hűtött, fagyasztott áruk. ....                                        | 353 |
| 10. Szeszes italok, borok, sörök előállítása .....                                 | 355 |
| 10.1. Szeszipar .....                                                              | 355 |
| 10.2. Boripar .....                                                                | 357 |
| 10.3. Söripar .....                                                                | 359 |
| 11. Fűszerek és koffeintartalmú élvezeti szerek, dohányipar termékei. ....         | 361 |
| 11.1. Fűszerek. ....                                                               | 361 |
| 11.2. Kávé. ....                                                                   | 362 |
| 11.3. Cigaretta .....                                                              | 363 |
| 11.4. Szeszes italok, kávé, tea, dohány fogyasztása Magyarországon 1970-2010 ..... | 364 |
| 12. Kérdések .....                                                                 | 365 |
| 13. Tesztek .....                                                                  | 366 |
| 14. Megoldáskód a 14-es témához .....                                              | 368 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 15. Hivatkozások ..... | 368 |
|------------------------|-----|

---

## Az ábrák listája

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1. Mélyművelés sémája (függőleges, és lejtaknák) .....                                        | 3  |
| 1.2. Marótárcsás kitermelő rendszer (típus: Bagger-garzweiler) .....                            | 4  |
| 1.3. Marótárcsás fejtő fej külszíni vasérc bányában. ....                                       | 4  |
| 1.4. Külszíni fejtés egyik gépe Bükkábrányban. ....                                             | 4  |
| 1.5. A külszíni fejtés legnagyobb önjáró gépe Bükkábrányban .....                               | 5  |
| 1.6. Bánya dömpere (típus: Liebherr t282b) .....                                                | 6  |
| 1.7. Vasérc külszíni fejtése marótárcsás rendszerrel .....                                      | 7  |
| 1.8. Bauxitbánya Gánton a Bakonyban. Magyarország. ....                                         | 8  |
| 1.9. Bingham Canyon rézbánya. Utah állam. USA 2005 .....                                        | 9  |
| 1.10. Chuquibambilla rézbánya. Chile .....                                                      | 9  |
| 1.11. Mély tengeri bányászat sémája .....                                                       | 10 |
| 1.12. Gyémánt bánya Udachnaya közelében. Oroszország .....                                      | 11 |
| 1.13. A Mir gyémántbánya. Oroszország .....                                                     | 12 |
| 1.14. Gyémántbánya, Ekati, Kanada .....                                                         | 13 |
| 1.15. 150 t/h vedersoros kotró úszó szállítószalag rendszere (IGRICI) .....                     | 13 |
| 1.16. Felhagyott uránbánya Mary-kathleen, Ausztrália .....                                      | 14 |
| 1.17. Uránbánya 1100 méteren .....                                                              | 16 |
| 1.18. Mélyművelésű uránbánya Bakony .....                                                       | 16 |
| 1.19. Kővágószőlős – ércdúsító üzem Magyarország, 1990 .....                                    | 17 |
| 1.20. Kővágószőlős – ércdúsító üzem rekultivált területe .....                                  | 17 |
| 2.1. Fejtés egy mélyművelésű szénbányában .....                                                 | 25 |
| 2.2. Külszíni kőszénbánya. USA. ....                                                            | 26 |
| 2.3. Karolina külfejtés Pécsről keletre (felvétel sárkányrepülőről). Jelenleg bányató .....     | 26 |
| 2.4. Külszíni teraszos lignitbánya Visontán (Mátravidéki Erőmű) .....                           | 26 |
| 2.5. Külszíni nagy kotró. Bükkábrány .....                                                      | 27 |
| 2.6. Lignitbánya Bükkábrányban .....                                                            | 27 |
| 2.7. Külszíni szénbányászat kitermelési része .....                                             | 29 |
| 2.8. Külszíni szénbányászat rekultivációs része .....                                           | 29 |
| 2.9. Hagyományos földgáz, kőolaj és termálvíz „eloszlás” .....                                  | 31 |
| 2.10. Gáz, olaj és víz csapdák különböző közet formációk esetében. ....                         | 32 |
| 2.11. Egy korszerű, kőolaj kitermelésre készített fúrótorony felépítése .....                   | 33 |
| 2.12. Egy hagyományos himbás „kút” .....                                                        | 33 |
| 2.13. Fúrófejek .....                                                                           | 34 |
| 2.14. Transz Alaszkai kőolajvezeték egy szakasza .....                                          | 36 |
| 2.15. A Barátság kőolajvezeték egy szakasza .....                                               | 36 |
| 2.16. Olaj tanker oldalnézet .....                                                              | 37 |
| 2.17. Maran Tankers 275 ezer tonnás olajszállító .....                                          | 37 |
| 2.18. Exxon-Valdez terminál Alaszka .....                                                       | 37 |
| 2.19. Az egész világra kiterjedő nyersolajszállítás 2003-ban .....                              | 38 |
| 2.20. A világ olajkereskedelmének legjelentősebb főtőpontjai (tengeri szorosok) .....           | 39 |
| 2.21. Mélytengeri olajbányászat alakulása .....                                                 | 39 |
| 2.22. Mélytengeri kitermelő rendszerek .....                                                    | 40 |
| 2.23. Mélytengeri kitermelő rendszerek .....                                                    | 41 |
| 2.24. Olajplatform Brazília partjai közelében (P-51 nevű fűrésziget) .....                      | 41 |
| 2.25. „Troll A” norvég olajplatform. Áramellátás a szárazföldről .....                          | 42 |
| 2.26. Kigyulladt olaj fúrótorony ég a Timor-tengeren .....                                      | 42 |
| 2.27. A Mexikói öbölben bekövetkezett olaj platform (BP) katasztrófájának hatása a Földre ..... | 43 |
| 2.28. Olajkitermelés és ellátás Skócia, Dánia és Norvégia számára .....                         | 43 |
| 2.29. Hibernia fúrótorony .....                                                                 | 45 |
| 2.30. Himbás olajszivattyú az 1970-es évekből valahol Magyarországon .....                      | 46 |
| 2.31. A földgáz kitermelés a Föld országában .....                                              | 47 |
| 2.32. Nigériai földgáz kitermelő tengeri üzem .....                                             | 47 |
| 2.33. Izrael. Tengeri földgáz kitermelés .....                                                  | 47 |
| 2.34. Európa jelenlegi és tervezett gázvezeték hálózata .....                                   | 48 |
| 2.35. A tervezett kőolaj és földgáz vezetékek Európa középső részei felé. ....                  | 49 |
| 2.36. Nabucco csővezeték tervezett útvonala (egyik) .....                                       | 49 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.37. Cseppfolyósított földgázszállítás 2003-ban .....                                                       | 50  |
| 2.38. Folyékony földgáz (LNG – Liquid Natural Gas) szállítása .....                                          | 50  |
| 2.39. Ásvány és gyógyvíz lelőhelyek Magyarországon .....                                                     | 51  |
| 2.40. Termálvíz kitermelés és visszasajtolás sémája .....                                                    | 52  |
| 2.41. Geotermális két körös erőmű sémája (Geothermal binary cycle power plant) .....                         | 53  |
| 2.42. Hidraulikusan repesztett forró kőzet (Hydraulically fractured hot stratum) .....                       | 53  |
| 3.1. World Crude Oil & Lease Condensate Production to 2012 .....                                             | 61  |
| 3.2. A világ konvencionális és nem konvencionális kőolaj kitermelésének előrejelzése 2012-től 2030-ig.<br>61 |     |
| 3.3. A hagyományos és a nem hagyományos ásványolaj kitermelések várható időbeli menete .....                 | 63  |
| 3.4. Wyoming, Utah, Colorado olajpala-telepei .....                                                          | 64  |
| 3.5. Olajpala .....                                                                                          | 65  |
| 3.6. Olajhomok .....                                                                                         | 65  |
| 3.7. Olaj pala kitermelés „külszíni fejtéssel” .....                                                         | 65  |
| 3.8. Olajpala kitermelés helyszíne Kanadában. Előtte és utána .....                                          | 65  |
| 3.9. Olajhomokos „tájkép”. Külszíni olajhomok-bánya (tar sands mine) Kanadában .....                         | 66  |
| 3.10. Olajhomok bánya Syncrude Aurora, Boreal Forest north of Fort McMurray Canada .....                     | 67  |
| 3.11. Olajpala, olajhomok felmelegítése vízszintes csövekkel a kitermelő kút környezetében. ....             | 68  |
| 3.12. Bitumen ciklikus gőz stimulációja. (Cyclic Steam Stimulation - CSS) .....                              | 68  |
| 3.13. Olajpala felmelegítése függőleges csövekkel a kitermelő kút környezetében .....                        | 69  |
| 3.14. Olajpala lelőhelyek Magyarországon .....                                                               | 71  |
| 3.15. Palagáz lelőhelyek a Földön .....                                                                      | 71  |
| 3.16. Palagáz bázisok az Egyesült Államok kontinentális részén .....                                         | 72  |
| 3.17. Gáz pala lelőhelyek Európában .....                                                                    | 72  |
| 3.18. Konvencionális földgáz és palagáz lelő helyek sémája .....                                             | 74  |
| 3.19. A palagáz kitermelés 4 lépése: .....                                                                   | 74  |
| 3.20. A gázban gazdag palarétegből történő kitermelés sémája .....                                           | 75  |
| 3.21. A palából történő kitermelés csövek kiépítésével .....                                                 | 76  |
| 3.22. A Fischer-Tropsch reakció sémája .....                                                                 | 77  |
| 3.23. A T-Technology katalitikus depolimerizációs reaktora és annak működése .....                           | 77  |
| 3.24. Energiaforrások, energiahordozók előállításának költségeinek összehasonlítása (2011) .....             | 78  |
| 4.1. A kőolaj desztillációját végző torony sematikus rajza .....                                             | 85  |
| 4.2. A kőolaj feldolgozás részletes folyamat ábrája .....                                                    | 87  |
| 4.3. Kőolajfinomító lepárlótornyok, Anacortes, Washington állam, USA .....                                   | 88  |
| 4.4. Kőolajfinomító a finomítás termékeinek tartályai, Schell Anacortes, Washington USA .....                | 89  |
| 4.5. A világ egyik legnagyobb kőolajfinomítója Haifában, Izrael .....                                        | 90  |
| 4.6. A Texas City finomítóban bekövetkezett robbanás utáni tűzoltás .....                                    | 91  |
| 4.7. A MOL Zrt. kőolaj-finomítója Szászhalombattán .....                                                     | 92  |
| 4.8. A MOL Zrt. Szászhalombatta. Lepárló tornyok közelről .....                                              | 92  |
| 4.9. MOL Zrt. Örláng Szászhalombattán .....                                                                  | 93  |
| 4.10. A fluidizált katalitikus krakkolás sematikus folyamatábrája .....                                      | 94  |
| 4.11. A magas szénatomszámú kőolaj frakciók krakkolásával előállított etilén gáz .....                       | 94  |
| 4.12. A polietilén szerkezeti képlete .....                                                                  | 94  |
| 5.1. Tégelyes indukciós kemence .....                                                                        | 102 |
| 5.2. Csatornás olvasztó, hőntartó és öntökemence .....                                                       | 102 |
| 5.3. Forgódobos alumínium olvasztó kemence .....                                                             | 103 |
| 5.4. Alumínium olvasztókemence 10 tonna/óra .....                                                            | 103 |
| 5.5. Nagyolvasztómű elemei: nagyolvasztó, torokgáz hevítők, tisztítók .....                                  | 103 |
| 5.6. A nagyolvasztóban a hőmérséklet eloszlása .....                                                         | 104 |
| 5.7. A nagyolvasztóban lejátszódó folyamatok .....                                                           | 104 |
| 5.8. DUNAFERR nagyolvasztó .....                                                                             | 105 |
| 5.9. Öntődei formaizzító kemence .....                                                                       | 105 |
| 5.10. Kamrás kovácsüzemi izzító kemence regeneratív tüzelőberendezéssel .....                                | 106 |
| 5.11. Kerámiaégető kemence .....                                                                             | 106 |
| 5.12. Alumínium elektrolizáló kádak .....                                                                    | 107 |
| 5.13. Alumínium előállítás kémiai folyamatai .....                                                           | 108 |
| 5.14. Alumínium előállítás kémiai folyamatai .....                                                           | 109 |
| 5.15. Képlékeny alakítás fizikai leírása .....                                                               | 110 |
| 6.1. Nagyolvasztó blokk-sémája .....                                                                         | 117 |
| 6.2. Acélöntés a Dunai vasműben 1980 .....                                                                   | 118 |

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.3. Diósgyőri új elektromos kemence 1980 .....                                                                     | 119 |
| 6.4. Folyamatos öntőgép Diósgyőrben 1980 .....                                                                      | 119 |
| 6.5. Diósgyőri acélhengermű meleghengermű .....                                                                     | 121 |
| 6.6. Dunai vasmű meleghengermű .....                                                                                | 121 |
| 6.7. Legnagyobb bauxit lelőhelyek .....                                                                             | 123 |
| 6.8. A Bayer-eljárás egyszerűsített folyamatábrája .....                                                            | 123 |
| 6.9. A MAL Zrt. Ajka melletti tározójának átszakadt gátja és a kiömlő vörösiszap .....                              | 125 |
| 6.10. Alumínium elektrolizáló kád függőleges tűskés önsülő (Söderberg) anóddal .....                                | 126 |
| 6.11. Blokkánódos kádszerkezet automatikus timföld adagolással .....                                                | 126 |
| 6.12. Alumínium ötvözetből készült „alufelni” .....                                                                 | 128 |
| 6.13. Alumínium ötvözetből készült kerékpár váz .....                                                               | 128 |
| 6.14. Alumínium italdobozok .....                                                                                   | 129 |
| 6.15. Alumínium ládák .....                                                                                         | 129 |
| 6.16. Visszagyűjtött alumínium italos dobozok „bedarálva” .....                                                     | 130 |
| 7.1. Öntőforma metszete .....                                                                                       | 139 |
| 7.2. Acéldugattyú öntvényből .....                                                                                  | 140 |
| 7.3. Hajtókar öntvényből .....                                                                                      | 140 |
| 7.4. Perselyes motorblokk. A henger vas, ezt öntötték „körbe” könnyű alumíniummal. ....                             | 141 |
| 7.5. Motorblokkok szilíciummal ötvözött alumínium öntvényből .....                                                  | 142 |
| 7.6. Indukciós öntési tégelykemence .....                                                                           | 142 |
| 7.7. Acélgyártás, Heroult ívkemence .....                                                                           | 143 |
| 7.8. Argon oxigén befűvású szénmentesítő konverter .....                                                            | 144 |
| 7.9. Képlékeny alakítások: hengerlés, húzás, kisajtolás .....                                                       | 145 |
| 7.10. Fröccs sajtolás .....                                                                                         | 146 |
| 7.11. Kisajtolás módjai: direkt, indirekt .....                                                                     | 146 |
| 7.12. Mechanikus sajtó .....                                                                                        | 147 |
| 7.13. Pneumatikus asztali sajtoló gép .....                                                                         | 148 |
| 7.14. Négyoszlopos hidraulikus kovácsajtó .....                                                                     | 149 |
| 7.15. Csavarorsós prés .....                                                                                        | 150 |
| 7.16. Kivágó és lyukasztó gép .....                                                                                 | 152 |
| 7.17. Excenteres kézi hajlító gép .....                                                                             | 153 |
| 7.18. Amada HD 1003 NT motoros meghajtású hajlítógép .....                                                          | 154 |
| 7.19. Süllyesztékes kovácsolás .....                                                                                | 154 |
| 7.20. A forgácskeresztmetszet elméleti és tényleges alakja .....                                                    | 156 |
| 7.21. Forgácsolószerszám részei és élgeometriája .....                                                              | 157 |
| 7.22. A forgácsoló gépek típusának és a termékek darabszámnak az összefüggése .....                                 | 158 |
| 8.1. Etén szerkezeti képlete .....                                                                                  | 166 |
| 8.2. Etilénüzem Hollandia. Schell Moerdijk .....                                                                    | 167 |
| 8.3. A szerszámot összezárlják és nyomás alatt tartják .....                                                        | 167 |
| 8.4. A szerszámot kinyitják és kiveszik a terméket .....                                                            | 167 |
| 8.5. A fröccs-sajtolás alapelve .....                                                                               | 168 |
| 8.6. Fröccs-sajtolás első lépése ömledék befröccsöntése kissé nyitott szerszámba, (lent) szerszámzárás, hűtés ..... | 169 |
| 8.7. Műanyag tárgyak készítése fröccsöntéssel .....                                                                 | 169 |
| 8.8. Az extrudercsiga zónái. (Jobbról balra: behúzó zóna; kompressziós zóna; kiszállító zóna) ...                   | 170 |
| 8.9. Műanyag lemez előállítása extrudálással .....                                                                  | 171 |
| 8.10. Kalander elrendezések (balról jobbra): I-, L-, F-, Z-kalander .....                                           | 171 |
| 8.11. A vákuumformázás három lépése .....                                                                           | 171 |
| 8.12. Túlnyomásos formázás .....                                                                                    | 172 |
| 8.13. Túlnyomásos (sűrített levegős) formázás .....                                                                 | 172 |
| 8.14. A leggyakoribb ipari polimerek monomer egységeinek szerkezete .....                                           | 173 |
| 8.15. Kis sűrűségű műanyagok .....                                                                                  | 174 |
| 8.16. Nagy sűrűségű műanyagok .....                                                                                 | 174 |
| 8.17. Nagy sűrűségű összetett műanyagok .....                                                                       | 175 |
| 8.18. Polipropilén műanyagok .....                                                                                  | 175 |
| 8.19. PVC tárgyak .....                                                                                             | 175 |
| 8.20. PVC tárgyak .....                                                                                             | 176 |
| 8.21. PVC tárgyak .....                                                                                             | 176 |
| 8.22. Poli-etilén-tereftalát (PET) .....                                                                            | 176 |
| 8.23. Poliészter ruhaneműk .....                                                                                    | 176 |



|                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.24. Polisztirol műanyagok .....                                                                                                   | 177 |
| 8.25. Polipropilén műanyagok .....                                                                                                  | 177 |
| 8.26. Polipropilén műanyagok .....                                                                                                  | 177 |
| 8.27. ABS műanyagok .....                                                                                                           | 177 |
| 8.28. Polimetil metakrilát műanyagok .....                                                                                          | 178 |
| 8.29. Poliamid műanyagok .....                                                                                                      | 178 |
| 8.30. A kőolaj – monomer – polimer – műanyag hulladék ciklus .....                                                                  | 179 |
| 8.31. Újrahasznosított műanyag térburkoló "kövek" .....                                                                             | 180 |
| 9.1. Faraday-féle indukciós törvény .....                                                                                           | 185 |
| 9.2. Generátor ( Erőmű Pécsen ) .....                                                                                               | 185 |
| 9.3. Akkumulátor (Lítium alapú) .....                                                                                               | 186 |
| 9.4. Napelemek (Monokristályos és polikristályos) .....                                                                             | 186 |
| 9.5. Mátrai Erőmű Zrt. Kazánok, kémények, hűtőtornyok (nem CHP) .....                                                               | 188 |
| 9.6. Csak elektromos energiát, valamint kapcsoltan villamos energiát és hőt termelő erőművek (CHP) energiatermelésének sémája ..... | 188 |
| 9.7. Kombinált ciklusú gázturbinás és gőzturbinás erőmű (KCE) blokksémája .....                                                     | 189 |
| 9.8. Széndioxid megfogás lehetséges esetei .....                                                                                    | 190 |
| 9.9. Széndioxid megfogás technológiai széntüzelésű kazánok esetében .....                                                           | 190 |
| 9.10. Széndioxid tárolási lehetőségek .....                                                                                         | 191 |
| 9.11. Szén elgázosítás, metángáz turbinás erőműben, széndioxid megfogás és felhasználás olajkútnál .....                            | 191 |
| 9.12. Norvégia Sleipner. Széndioxid tárolás sósvízes aquiferben az Északi-tengeren .....                                            | 192 |
| 9.13. Forralóvízes reaktor atomerőműben .....                                                                                       | 193 |
| 9.14. Paksi Atomerőmű blokksémája és működése .....                                                                                 | 193 |
| 9.15. A Paksi Atomerőmű egy reaktora és a hozzá csatlakozó hőcserélők sematikus rajza .....                                         | 194 |
| 9.16. Paksi Atomerőmű turbina és generátor terme .....                                                                              | 194 |
| 9.17. Üzemanyag kazetta reaktorba .....                                                                                             | 194 |
| 9.18. Gázhűtésű gyorsreaktor .....                                                                                                  | 195 |
| 9.19. Ólomhűtésű gyorsreaktor .....                                                                                                 | 196 |
| 9.20. Sólolvadék hűtésű reaktor .....                                                                                               | 197 |
| 9.21. Nátrium hűtésű gyorsreaktor .....                                                                                             | 198 |
| 9.22. Szuperkritikus vízhűtésű reaktor .....                                                                                        | 199 |
| 9.23. Nagyon magas hőmérsékletű reaktor .....                                                                                       | 200 |
| 9.24. Duzzasztómű, vízerőmű blokksémája .....                                                                                       | 201 |
| 9.25. Vízerőmű vázlata .....                                                                                                        | 202 |
| 9.26. Három-szurdok Erőmű (Kína ) duzzasztója (Three Gorges Dam) .....                                                              | 202 |
| 9.27. Európa kontinentális és tengeri szél erő térképe .....                                                                        | 204 |
| 9.28. Egy szél generátor szerkezeti felépítése .....                                                                                | 204 |
| 9.29. Olvadt kőszót alkalmazó, hőtárolás, síktükrös, tornyos naperőmű .....                                                         | 206 |
| 9.30. Napvályús naperőmű NextEra Energy Resource's Bakersfield power plant .....                                                    | 206 |
| 9.31. Napvályús gőzturbinás erőmű hőtároló tankokkal. Parabolic Trough Solar Plant .....                                            | 207 |
| 9.32. Napvályús gőzturbinás erőmű gázfűtés rásegítéssel. 50 MW .....                                                                | 208 |
| 9.33. Naptányéros naperőmű Stirling motorral .....                                                                                  | 208 |
| 9.34. Több tükrös naptányéros naperőmű (Solar dish power plant) Stirling motorral .....                                             | 209 |
| 9.35. Amorf napelem tábla .....                                                                                                     | 210 |
| 9.36. Monokristályos tábla .....                                                                                                    | 210 |
| 9.37. Polikristályos tábla .....                                                                                                    | 211 |
| 9.38. Hálózati betáplálás kapcsolása .....                                                                                          | 211 |
| 9.39. Szigetüzemi kapcsolás .....                                                                                                   | 212 |
| 9.40. Napelemkből álló „erőmű” a Francia Alpokban .....                                                                             | 212 |
| 9.41. Kis teljesítményű napelemes rendszer ad-vesz üzemmódban .....                                                                 | 213 |
| 9.42. Forró kőzetbe (hot rock) sajtolt vízből gőzfejlesztés, ORC erőmű számára .....                                                | 213 |
| 9.43. Növényi tüzelésű termoolaj kazán adja a hőt az ORC erőmű és fűtőmű számára .....                                              | 214 |
| 9.44. Alfa Stirling motor .....                                                                                                     | 215 |
| 9.45. Béta Stirling moto .....                                                                                                      | 215 |
| 9.46. Növényi tüzelésű kazán és Stirling motoros fűtőerőmű struktúrája .....                                                        | 215 |
| 9.47. A protoncserélő membrános üzemanyag cella elvi rajza .....                                                                    | 217 |
| 9.48. A Toyota üzemanyagcellás változatához szükséges főbb elemek .....                                                             | 218 |
| 9.49. Üzemanyagcella „feltöltése” metilalkohollal .....                                                                             | 218 |
| 9.50. Kisméretű üzemanyagcella .....                                                                                                | 219 |
| 10.1. Mész (kőzet) .....                                                                                                            | 228 |



|                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10.2. Mészköbánya a Váci Cementmű számára. Naszály hegy .....                                                                                                                           | 228 |
| 10.3. Bükkösd, mészköbánya a Királyegyházán létesült cementgyár számára .....                                                                                                           | 228 |
| 10.4. Mészko szállítása vasúton Bükkösdről Királyegyházára .....                                                                                                                        | 229 |
| 10.5. DCM cementgyár Vác .....                                                                                                                                                          | 229 |
| 10.6. BCM cementgyár Beremend .....                                                                                                                                                     | 230 |
| 10.7. Cementgyár Királyegyháza .....                                                                                                                                                    | 231 |
| 10.8. A mész körfolyamata .....                                                                                                                                                         | 231 |
| 10.9. Gipsz vízvesztése hőmérséklet függvényében .....                                                                                                                                  | 232 |
| 10.10. Cementté történő őrlés .....                                                                                                                                                     | 234 |
| 10.11. Portlandcement égetéséhez használt forgókemence vázlata (60-250 m) .....                                                                                                         | 234 |
| 10.12. Stukatur gipsz műanyag csomagolásban szállításra raklapon .....                                                                                                                  | 236 |
| 10.13. Portlandcement papírsákban .....                                                                                                                                                 | 237 |
| 10.14. Oltott mész műanyag zsákban .....                                                                                                                                                | 238 |
| 10.15. Oltott mész műanyag vödörben .....                                                                                                                                               | 238 |
| 10.16. Cement szállítása vasúton .....                                                                                                                                                  | 239 |
| 10.17. Betonkeverő és a helyszíni szállító jármű .....                                                                                                                                  | 239 |
| 10.18. Az Eiffel torony, Párizs .....                                                                                                                                                   | 241 |
| 10.19. A Nyugati pályaudvar (1877), és az első villamos, Budapest .....                                                                                                                 | 242 |
| 10.20. Népstadion (Puskás Ferenc Stadion) Budapest. 1953-ban készült el .....                                                                                                           | 244 |
| 10.21. Pekingi Nemzeti Stadion. 2008-as Nyári Olimpia .....                                                                                                                             | 244 |
| 10.22. Monolit vasbeton alap készítése .....                                                                                                                                            | 244 |
| 10.23. TV torony Pécsen 1972-ben készült el .....                                                                                                                                       | 245 |
| 10.24. Vasbeton lakóépület összeállítása .....                                                                                                                                          | 246 |
| 10.25. Science Building vasbeton szerkezetének építése. PTE, Pécs .....                                                                                                                 | 246 |
| 11.1. Asztali számológépek a négy alpműveletre. ....                                                                                                                                    | 252 |
| 11.2. Az elektronikai alkatrészek első nyolcvan éve képekben. Első, második generáció .....                                                                                             | 253 |
| 11.3. Zsebszámológépek .....                                                                                                                                                            | 253 |
| 11.4. Az INTEL 386, 486, Pentium 4, és a Pentium D processzorainak legfontosabb adatai. ....                                                                                            | 255 |
| 11.5. 2006-2012 közötti fejlesztések: Pentium DualCore, AMD Phenom II, Core i5, Core i7. ....                                                                                           | 256 |
| 11.6. Az első személyi számítógép, az IBM PC 5150-es, 1981 .....                                                                                                                        | 259 |
| 11.7. PDA. Apple Newton MP100. 1992-ben .....                                                                                                                                           | 259 |
| 11.8. PDA. HP-Jordan 728. 2002-ben .....                                                                                                                                                | 260 |
| 11.9. PDA. Samsung SCH-R880 Acclaim Specs. 2009-ben .....                                                                                                                               | 261 |
| 11.10. Egyszerűbb és bonyolultabb okostelefonok .....                                                                                                                                   | 262 |
| 11.11. Blackberry Storm (okostelefon) .....                                                                                                                                             | 262 |
| 11.12. iPhone 4S No shadow (okostelefon) .....                                                                                                                                          | 263 |
| 11.13. Apple iPad Event 03 .....                                                                                                                                                        | 265 |
| 11.14. A számoló-, és számítógépek „teljesítményének” (élőlények agykapacitásában „mérve”) és „dollár<br>egységben” mért árának párhuzamba állítása az eltelt évek „függvényében”. .... | 267 |
| 11.15. Moore „törvénye” 2000-ig: Tranzisztorok egy chippen az évek „függvényében” .....                                                                                                 | 268 |
| 11.16. Moore „törvénye” 2003-ig: Tranzisztorok egy chippen az évek „függvényében” .....                                                                                                 | 268 |
| 11.17. LED fényforrások intenzitás növekedése és a félvezető összetétel változás az évek során .                                                                                        | 269 |
| 11.18. Moore „törvénye” 2008-ig: Egy chipre integrált tranzisztorok száma az évek „függvényében”                                                                                        | 270 |
| 11.19. Moore „törvénye” 2011-ig: Egy chipre integrált tranzisztorok száma az évek „függvényében”                                                                                        | 270 |
| 11.20. Moore „törvénye”. 2009-ben. Előrejelzés 2018-ig: .....                                                                                                                           | 271 |
| 11.21. Pixel per dollár „függvény” 2006-ig .....                                                                                                                                        | 272 |
| 11.22. A műveletek másodpercenkénti száma az évek függvényében (elektronikai alkatrészekkel<br>illusztrálva) .....                                                                      | 273 |
| 11.23. A processzor megmunkálásánál alkalmazott fény hullámhossza és a megmunkálási szélesség az<br>évek függvényében .....                                                             | 274 |
| 11.24. Paul Otellini a chipet tartalmazó waferrel .....                                                                                                                                 | 276 |
| 11.25. Intel-penryn-45 nm core-wafer .....                                                                                                                                              | 276 |
| 11.26. Intel Penryn termékcsaládjának „fémkapus” változata .....                                                                                                                        | 277 |
| 12.1. Fullerén .....                                                                                                                                                                    | 283 |
| 12.2. Mesterséges neuron .....                                                                                                                                                          | 283 |
| 12.3. A nanotechnológia 2012-ben már a vírusok mérete környékén „tevékenykedik” .....                                                                                                   | 283 |
| 12.4. Meghatározó iparágak felfutásának üteme kb. fél évszázadonként. Nanotechnológia? .....                                                                                            | 284 |
| 12.5. Nanotechnológia részvétele a világpiacon (egység: milliárd USD) .....                                                                                                             | 284 |
| 12.6. Felületkezelés „nanotechnológiával” .....                                                                                                                                         | 285 |
| 12.7. Kerámiabevonatú alumínium edények .....                                                                                                                                           | 285 |

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 12.8. Kültéri csúszásmentes, karcolásmentes, fagyálló burkolók .....                                | 286 |
| 12.9. Műanyag festés előtt (100x-os nagyítás) .....                                                 | 287 |
| 12.10. Műanyag festés után (100x-os nagyítás) .....                                                 | 287 |
| 12.11. Műanyag festett lökhárító .....                                                              | 288 |
| 12.12. Többretegű hőszigetelő bevonatos építészeti üvegek. Cronauer Beratung Planung Munich .....   | 288 |
| 12.13. Fotolitográfiánál alkalmazott „fényforrások” hullámhosszai és a velük elért „felbontás” ..   | 290 |
| 12.14. A chip „felületkezelése”. Struktúra kialakításának lépései a fotolitográfia során .....      | 291 |
| 12.15. Alternating Phase Shift Mask (APSM) készítés sémája .....                                    | 291 |
| 12.16. Az extreme ultra violet light (EUVL) .....                                                   | 292 |
| 12.17. Az alkalmazott fény hullámhossza és a csikszélesség közötti kapcsolat az „évek függvényében” | 293 |
| 12.18. Chip előállító „tisztaszoba” .....                                                           | 294 |
| 12.19. Számítógép vezérelt lézeres felület megmunkáló rendszer sémája .....                         | 295 |
| 12.20. Lézer nyaláb vezérlésével elérhető „lyuk formák” .....                                       | 296 |
| 12.21. 5-20 µm-es lyukak poliuretánban, kerámiában, műanyagban .....                                | 297 |
| 12.22. Lézeres mikrolyukasztás üvegszálaban és kompozit anyagokban .....                            | 297 |
| 12.23. Mikrolyukák .....                                                                            | 298 |
| 12.24. Mikromegmunkálás 4-5 µm-es szélességben az impulzus lézer időtartamától függően .....        | 298 |
| 12.25. Proton nyalábbal „készült” mikroturbina .....                                                | 299 |
| 12.26. Pásztázó alagút(áram)mikroszkóp sémája .....                                                 | 300 |
| 12.27. Virális cirkuláris DNS szál .....                                                            | 301 |
| 13.1. Nyílt és zárt üzemanyag ciklus .....                                                          | 305 |
| 13.2. Nukleáris üzemanyag ciklus fontosabb állomásai .....                                          | 307 |
| 13.3. A zárt nukleáris üzemanyag ciklus részletes sémája .....                                      | 307 |
| 13.4. Sárga por vagy sárga pogácsa (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> , yellowcake) .....               | 308 |
| 13.5. Urán bányászat „helyben kinyerés” módszerével – ISR (In-Situ Recovery) .....                  | 309 |
| 13.6. Urán bányászat „helyben kinyerés” módszerével .....                                           | 310 |
| 13.7. Urán dúsítás különböző célokból .....                                                         | 311 |
| 13.8. Gázdiffúziós izotópszeparáció .....                                                           | 311 |
| 13.9. Zippe - típusú gáz centrifuga. ....                                                           | 312 |
| 13.10. Gáz centrifuga az U-235-ös izotóp a forgástengelyhez közelebb gyűlik meg .....               | 312 |
| 13.11. Kaszkád gáz centrifuga rendszer egy U.S. erőműben .....                                      | 313 |
| 13.12. Atom gőzlézeres izotóp szeparációs rendszer .....                                            | 313 |
| 13.13. Az AP-1000 típusú, harmadik generációs atomerőmű látványképe. Franciaország .....            | 317 |
| 13.14. A harmadik generációs reaktorok biztonsági filozófiája .....                                 | 318 |
| 13.15. Baleseteket megelőző szolgáltatások rendszere .....                                          | 318 |
| 13.16. Szuperkritikus vízhűtésű reaktorok jellemző adatai és blokksémája .....                      | 319 |
| 13.17. Paks, átmeneti tároló .....                                                                  | 323 |
| 13.18. Bábaapáti, tároló folyosó .....                                                              | 323 |
| 13.19. Bábaapáti és környéke .....                                                                  | 323 |
| 13.20. Boda és környéke .....                                                                       | 324 |
| 14.1. Hengerszék, egymással szemben forgó hengerek .....                                            | 334 |
| 14.2. Diffúzorok (diffúziós tartályok) vázlata .....                                                | 339 |
| 14.3. Négy testből álló nyomásos bepárló készülék .....                                             | 341 |
| 14.4. Étolajok .....                                                                                | 344 |
| 14.5. Sertésvágóhíd hűtő termei. Szarvasmarha vágás futó pályái .....                               | 345 |
| 14.6. Csirke, kacsá feldolgozását biztosító gépsorok .....                                          | 346 |
| 14.7. Csabai kolbász, Szegedi Pick szalámi .....                                                    | 347 |
| 14.8. Húskonzervek .....                                                                            | 348 |
| 14.9. Tejipari termékek .....                                                                       | 350 |
| 14.10. 100 kg teljes tejből előállítható főlőzött tej, vaj és melléktermékek .....                  | 350 |
| 14.11. Vajfélék .....                                                                               | 351 |
| 14.12. Tej üvegben, dobozban .....                                                                  | 351 |
| 14.13. Sajtok, joghurtok .....                                                                      | 351 |
| 14.14. Zöldségkonzervek. Gyümölcskonzervek Lekvárok .....                                           | 352 |
| 14.15. Ásványvíz, üdítőitalok, gyümölcslevek fejenkénti fogyasztása 2000-2011 között .....          | 353 |
| 14.16. Gyorsfagyasztott (-25 oC-ra) zöldségek, gyümölcsök. ....                                     | 354 |
| 14.17. Hűtőház, hűtőkamion .....                                                                    | 355 |
| 14.18. Borvidékek .....                                                                             | 357 |

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 14.19. Bor tárolása pincében tölgyfahordókban, nagyüzemekben hűtött rozsdamentes acéltartályokban. |     |
| 359                                                                                                |     |
| 14.20. A sörfőzés folyamatának sémája .....                                                        | 360 |
| 14.21. Kotányi fűszerek sokasága egy bevásárló központ polcain .....                               | 361 |
| 14.22. A kávéfogyasztás éves mennyisége országonként .....                                         | 362 |
| 14.23. Egy doboz cigaretta fogyasztói árának növekedése Magyarországon 1996-2011 között ....       | 363 |

---

# Előszó

A jelen digitális tananyag a TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0025 számú, "Interdiszciplináris és komplex megközelítésű digitális tananyagfejlesztés a természettudományi képzési terület mesterszakjaihoz" című projekt részeként készült el.

A projekt általános célja a XXI. század igényeinek megfelelő természettudományos felsőoktatás alapjainak a megteremtése. A projekt konkrét célja a természettudományi mesterképzés kompetenciaalapú és módszertani megújítása, mely folyamatosan képes kezelni a társadalmi-gazdasági változásokat, a legújabb tudományos eredményeket, és az info-kommunikációs technológia (IKT) eszköztárát használja.



**TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1;**

Interdiszciplináris és komplex megközelítésű digitális tananyagfejlesztés a természettudományi képzési terület mesterszakjaihoz

## Ipari technológiák

Szerző: dr. Német Béla

### Bevezetés

A termelés során nyersanyagokat, energiahordozókat felhasználó gépekkel termékeket állítunk elő. Az ezekhez használt erőgépek elsősorban **fosszilis forrásokból, és nukleáris forrásokból** származó hőt és elektromos energiát használnak fel. Eközben a természetben, a kőzetekben elosztottan előforduló anyagokat „bekoncentráljuk”. Mindezzel ugyan a magunk, az emberek, emberiség életét igyekszünk megkönnyíteni, azonban kezdetben oda nem figyeléssel, most már „lendületből” nagyon **jelentős környezetterhelő, környezetromboló tevékenységet követünk el**. A fosszilis és a nukleáris energiaforrások, energiahordozók bányászatával, feldolgozásával, erőművekben történő felhasználásával hatalmas mennyiségű szilárd, folyékony és gáz halmazállapotú környezetkárosító, környezetszennyező „mellékterméket állítunk elő”. Ezekre a veszélyekre, az elmúlt 20-25 évig alig figyeltünk oda, és a világ jelentős részén még mindig „természetesnek”, sőt gazdaságosnak tekintik az eddigi technológiákat.

A tananyag, annak megfelelően, hogy környezettudományi szakos hallgatóknak készült, a technológiák száraz műszaki ismertetésén kívül utal a folyamatok során bekövetkező környezetterhelő tevékenységekre, „melléktermékekre” is. Ezen ismeretek lehetőséget biztosítanak arra, hogy a jövőben a tevékenységek során csökkentsük a károkat, vagy olyan technológiákat alakítsunk ki, amelyek már rögtön felhasználják a melléktermékeket is (valami hasznos termék előállítására, vagy „csak” energetikailag). **A tananyag 14 fejezete** a pályázat szervezésének időszakában lett meghatározva. A véges fejezetszám nem tette lehetővé, hogy néhány jelentős területről is szó essen. Ilyen a járműipar, a ruházati ipar, stb. A fejezetek megválasztásával a szerző igyekezett a legfontosabbnak tartott területeket bemutatni (bányászat, energiatermelés, fémek előállítása, mikroelektronika, élelmezés,...).

Nagy kihívás volt az Ipari technológiákról olyan összefoglalást készíteni, amely majd az elkövetkező 5 évben, sőt tíz évben megállja a helyét. Ezért választotta azt a módszert a szerző, hogy az **internet folyamatos használatával**, a legújabb, nem túl részletezett, de szakmailag helyes ismereteket gyűjtötte össze, **jelentős számú kép** és minden esetben **internetes hivatkozás** beszerkesztésével. Ezek az éppen legaktuálisabb, legelfogadottabb referenciával bíró helyek. Az interneten megtalálható információ kikeresése azzal a szándékkal történt, hogy a jelzett gépek, technikák, technológiák jelezzék azt, hogy ezek most hogyan „működnek”, de azt is, hogy várhatóan hogyan fognak „működni” 10-15 éve múlva. (Ilyen területek a bányászat külszíni és mélyművelésű formái, a mélytengeri bányászat és a kőolaj-földgáz kitermelés, a kontinenseken történő csővezetékes szállítás, a kontinensek közötti nyersanyag és energiahordozó szállítás óriás tankerekkel). Az ábrákat és az őket „összekötő” szakmai szövegeket egyébként a jövőre nézve **egy ajánlásnak lehet tekinteni**, amit az éppen aktuális oktató, mint gondolati láncot, vagy legelső hivatkozást használhat, és hozzá keresheti, keresteti a hallgatóval az éppen legaktuálisabb technikákat.

Alapvetően fontos kérdés, fogalom a „**fejlődés**” fogalma. A MEGA technikák azt mutatják (nem is kell nagyon belemélyedni) hogy a „fejlődés” elsősorban a gyártóknak, a pénztőkének fontos. Speciális, érdekes példa a félvezető elektronika „fejlődése” (lásd: **Moore törvény** – exponenciális növekedés). Már közel ötven év óta tapasztalható a félvezető elektronika terén a Moore törvény szerinti mennyiségi változás. A világgazdaságban erről az a vélemény alakult ki, hogy ez a „törvény” egy önmagát beteljesítő jóslat, amit az adott területen versenyző világcégek iszonyatos energia befektetéssel igyekeznek, a profit érdekében „teljesíteni”. A hatása rányomta bélyegét a vele együtt kialakuló infokommunikációs technikákra, internetes világhálóra, mindez pedig ma már 10 évenként egy-egy újabb fiatal generáció gondolkodásmódját, sajátos világképét határozza meg.

Az ipari technológiák tárgyalása során nem lehet elmenni azon kérdés mellett, hogy mi mozgatja, és milyen irányba ezek „fejlődését”. Ez a **fejlődés mennyiségi mutatókban nagyon látványos eredményeket ér el**: egyre mélyebbre fűrnak (már 11 km), egyre magasabbra építkeznek (már 880 méter), egyre többet bányásznak ki (milliárd tonnák), egyre nagyobb hajókat építenek (400 000 tonna felett).

A XX. század végére, a XXI. század elejére világviszonylatban (Magyarországon is) kialakult a nyersanyagforrások, a fosszilis és nukleáris energiahordozók kitermelésében, feldolgozásában és felhasználásában a **hatalmas mértékű centralizáció**. Ez a világméretű, multinacionális nagytőke összefogásával káprázatos **anyagtudományi, gépészeti, megarendszerek vezérlését megvalósító szuper létesítmények** létrehozásában valósul meg. Ehhez az emberek 99 %-nak nincs semmi köze. A gyárak, rendszerek csodált automatizálása az „emberi költségeket” gyakran 1-2 % körülire szorította le. Ilyen területek a személygépkocsi, teherjárművek, hatalmas hajók és repülőgépek gyártása, a legkülönbözőbb területű bányászat, a mikroelektronika, a nanotechnológia, az infokommunikációs eszközök gyártása és működtetése. Mindez csodálatunkat váltja ki, pedig még csak kicsit sem ismerjük, hogy ezeket hogyan valósították meg azok, akik ezeket tervezik, készítik.

Az egyes MEGA technológia megvalósításához, egy új terület kifejlesztéséhez, beállításához. **dollár (euró) milliárdok** (forint százmilliárdok) kellene (pl. atomerőművek, egy-egy új infokommunikációs eszköz,..). Az emberek milliárdjaitól pedig a MEGA technológiák értéke nagyon messze van. Az emberek túlnyomó többsége számára (a gazdagabb országokban is és a szegényebbekben még inkább) csak az marad, hogy ha tetszik, ha nem, eszi, vagy nem eszi, ez van, ezt KELL elfogadni, fogyaszt!

Ennek ellenére az egész anyag azt a szemléletet igyekszik sugallni a mostani és a jövőbeli technológiák bemutatásával, az évente történő változással, „fejlődéssel”, hogy ez követhető és akár még mi is részesei lehetünk valamilyen szinten. Felmerül a kérdés, hogy a köztudatban „élő”, a média által „reklámozott” technológiák mellett **vannak-e, lehetnek-e alternatívái a centralizált rendszereknek?** Melyek azok az **emberközeli technológiák, amelyek a ma már elvárt komfortfokozatú napi megélhetést biztosítani tudják?**

A szerző nagyon fontosnak érezte ennek a kérdésnek a felvetését és megválaszolását. Minden fejezetben megtalálhatjuk a **MEGA technikák bemutatása mellett azok decentralizált módon is működő, kisebb léptékben az elvárt komfort fokozatot kielégítő technológiákat**. Tudatosan megtalálhatjuk azokat az élettevékenységeket, ahol nem kellene a MEGA technikák termékeit elfogadnunk, hanem azt kis és közepes technológiákkal is elő tudjuk állítani (saját munkánkkal). Ezek elsősorban a helyi hő és akár elektromos energia ellátásra, a lakóépületekre, az ételkészítés és a ruházati ellátás biztosítására terjednek ki.

A tananyag a következő fejezetekre oszlik:

|   | Bevezetés                                                                             |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Nyersanyagok bányászata, környezeti hatásaik.                                         |
| 2 | Energiahordozók hagyományos bányászata, környezeti hatásaik.                          |
| 3 | Energiahordozók nem hagyományos bányászata, előállítás (olajpala, olajhomok, palagáz) |
| 4 | Kőolaj feldolgozó technológiák, frakcionálás, krakkolás, környezeti hatásaik          |

|    |                                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Fémek előállításának fizikai, kémiai alapjai.                                           |
| 6  | Alapvető kohászati technológiák és környezeti hatásaik.                                 |
| 7  | Alapvető fém megmunkáló technikák                                                       |
| 8  | Műanyag előállítási technológiák                                                        |
| 9  | Elektromos energia előállító „technológiák” és környezeti hatásaik.                     |
| 10 | Az épített környezet anyagainak gyártása                                                |
| 11 | Számítástechnikai és infokommunikációs eszközök technológiái                            |
| 12 | Modern anyagmegmunkálási és felületanalitikai módszerek: nanotechnológia.               |
| 13 | Nukleáris hasadóanyag előállító, felhasználó és radioaktív hulladékkezelő technológiák. |
| 14 | Élelmiszeripari technológiák                                                            |

Minden fejezet végén nagyszámú kérdés található olyan sorrendben, ahogy az anyag felépül. Ezekre a válaszokat az adott fejezetekben megtaláljuk. A kérdések a „válaszokat” vastagon szedtük.

A szerző reméli, hogy a hallgató és akár a hétköznapi olvasó számára egy érdeklődést felkeltő, az általános technológiai műveltséghez kellő anyagot és szemléletet adó munkát tudott összeállítani.

Pécs, 2013. január 23.

Dr. Német Béla

---

# 1. fejezet - Nyersanyagok bányászata, környezeti hatásaik.

Az **ásványi nyersanyagbányászata** a Föld kérgéből a hasznosítható **ásványi anyagok** kutatásával, feltárásával, kitermelésével, minőségjavításával (előkészítésével, osztályozásával), szállításával, esetenként késztermék gyártásával és kereskedelmével foglalkozó tevékenységek összessége.

A bányászat az a tevékenység, amivel a Föld kérgéből a következő hasznosítható anyagokat hozzuk a felszínre:

- ásványi nyersanyagok,
- energiahordozók.

A bányászat a következő tevékenységek összességét jelenti:

- kutatás (kutató fúrások),
- feltárás,
- kitermelés,
- minőségjavítás (előkészítés, osztályozás),
- szállítás,
- bizonyos késztermékek (pl. brikett) gyártása, és adott esetben ezek kereskedelme.

A hasznosítható ásványi nyersanyag lehet:

- szilárd (Szilárdásvány-bányászat),
- folyékony (fluidum-bányászat),
- gáznemű (gáz-bányászat),
- forró víz (geotermikus energiahordozó bányászata).

A föld felszínéhez való viszonya alapján a következő módjai vannak a bányászatnak:

- külszíni fejtés,
- mélyművelés,
- fúrólukakkal történő kitermelés,
- víz alatti bányászat.

Az utóbbi időben halmazállapot-változtatásos technológiákkal (kioldás, megolvasztás, elgázosítás) a szilárd ásványok folyadékokként, illetve gázokként termelhetők ki. A bányászat gazdasági kockázatát jelenti az a tényező, hogy a föld alatt elhelyezkedő ásványi nyersanyag mennyisége és minősége a kutatás fázis során csak részben ismerhető meg.

Ez a fejezet csak az ásványi nyersanyagok bányászatát fogja tárgyalni.

## 1. Az ásványi nyersanyagok bányászatának a föld felszínéhez való viszonya

(<http://hu.wikipedia.org/wiki/Bányászat>; <http://hu.wikipedia.org/wiki/Külfejtés> )



## 1.1. Külszíni fejtés

A **külszíni fejtés** (kölfejtés) lényege, hogy a hasznosítható ásványi nyersanyag felett lévő, úgynevezett fedő kőzeteket a kitermelendő anyag kinyeréséhez teljesen eltávolítják. Ezt a módszert alkalmazzák kizárólagosan a tőzeg és lignit, az építő- és díszítőkövek, valamint az építőanyagok bányászata során, továbbá előfordul a barnaszén és a nemfém ásványok bányászatában is. Ma már akár napi 10 000 tonna anyag kitermeléséről van szó. Legtöbbször a **külszíni fejtések lyukak** a felszínről lefelé, amelyek közepének mélysége 200-800 méter, átmérője pedig 1-2 kilométer is lehet. A felszínről csavarvonal mentén kiépített utak vezetnek a fejtésekhez, robbantásokhoz. A szállító járművek teherbíró képessége meghaladja a 100-tonnát. (lásd a marótárcsás kitermelő rendszereket bemutató ábrákat)

**Kölfejtéssel** főleg a kis mélységben és viszonylag vastag telepekben található ásványkincseket művelik. A gazdaságosság egyik alapvető mutatója a letakarítási arány (a letakarított fedőréteg térfogatának és a kitermelt ásványi nyersanyag tömegének hányadosa, m<sup>3</sup>/t). Ha a haszonanyag települési mélységének növekedésével a letakarítási arány romlik, és a kölfejtéseket mélyművelésű bányák váltják fel. Vannak már több száz méter mély külfejtések is.

A külfejtésnek két alaptípusa a **frontkotrás és blokkfejtés**.

- Frontkotrású az olyan kölfejtés, amelyben a művelés és a fejtés iránya azonos.
- Blokkfejtéses (homlokkotrású) az olyan kölfejtés, amelyben a fejtés iránya merőleges a művelésére.

A külfejtés során a következő lépések követik egymást

1. Először a fedőrétegeket takarítják le.

A homokos, apró szemcsés talajt **serleges kotróval**, a lerobbantott kemény kőzeteket **kanalas kotróval** távolítják el. Ha a kőzetet fejteni kell, ahhoz **marótárcsás kotró**t használnak. A bányaudvart többnyire teraszosan képzik ki, hogy elejét vegyék a fedő csuszamlásának, omlásának.

Az egyes teraszok (pázták, homlokok) magassága (a leggyakrabban 8–15 m) függ:

- a kőzet állékonyságától, szilárdságától,
- az alkalmazott gépek műszaki paramétereitől,
- a gazdaságossági megfontolásoktól.

2. A haszonanyagot ezután kitermelik, és elszállítják a nyitott munkatérből.

Laza, illetve puha kőzetek fejtéséhez **marótárcsás gépeket** használnak, az keményebbeket **robbantással** lazítják fel.

A kitermelt anyagot **szállítószalagon** vagy **szállító járművekkel** sokszor közvetlenül az osztályozó, dúsító, illetve feldolgozó üzemekbe szállítják.

3. A betörő vizet csatornákon vezetik el, az összegyűlő vizet kiszivattyúzzák a mély részekből.

4. A kitermelés befejezése után helyreállítják a külfejtés (tájrendezés, rekultiváció). A meddőt szállítószalaggal vagy szállító járművekkel viszik a hányókra vagy a már letermelt területre.

A kölfejtés számára előnyös, ha a fedő üledék laza, földmunkagépekkel letermelhető – ez az úgynevezett nagygépes technológia, aminek lényege, hogy a jövesztést és a rakodást egyetlen lépésben, önjáró marótárcsás vagy vedersoros kotrógépekkel végzik. A kitermelt anyagot többnyire nagy teljesítményű, **gumihevederes szállítószalagon** vagy **vasúton** szállítják el.

A keményebb vulkáni, illetve átalakult kőzeteket először robbantással fel kell lazítani, ami rontja a külfejtés gazdaságosságát. Ilyen kőzetekben kölfejtéseket többnyire csak olyankor nyitnak, ha a telep geometriája ehhez különösen kedvező — tipikusan ilyenek a **gyémántleőhelyek**. Az ilyen kölfejtésekben az úgynevezett kisgépes technológiát alkalmazzák:



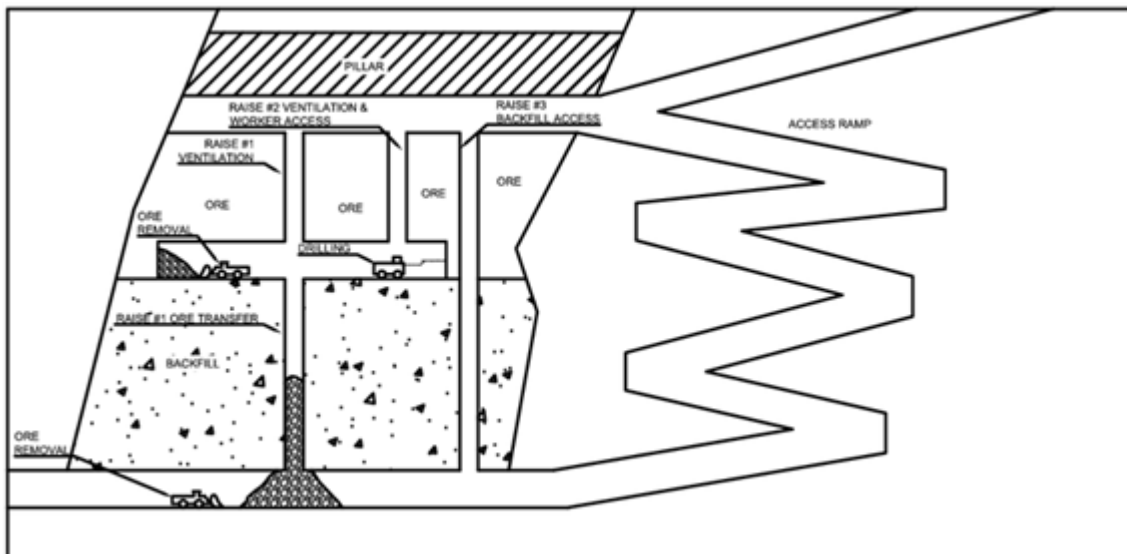
- fúrás,
- robbantás,
- rakodás kanalas gépekkel,
- szállítás speciális gépjárművekkel; gyakran mobil törő-, illetve osztályozó gépekhez.

## 1.2. Mélyművelés

A **mélyművelés** során a hasznosítandó ásványi nyersanyag felett elhelyezkedő talaj, kőzet rétegek csak részben kerülnek megbontásra. A kitermelendő anyaghoz különböző, a mélyben kiépített „utakon”, létesítményen keresztül (**táró, altáró, lejtakna, akna**) jutnak le az emberek, gépek és szállító eszközök. Az ember személyes jelenléte miatt, a termelés kiszolgálásához további szellőztető aknákat és létesítményeket (**aknatornyok, gépházak, műhelyek, raktárak, fürdők, irodák és utak**) is kialakítanak.

A kitermelt ásványi nyersanyagok helyét fellazított meddővel vagy idegen anyaggal töltik ki, más esetekben üregként biztosítják – vagy anélkül hagyják hátra. Gyakran alkalmazzák a szén, érc és a nemfémes ásványok, ritkábban a víz és különleges díszítőkövek bányászatánál is.

### 1.1. ábra - Mélyművelés sémája (függőleges, és lejtaknák)



A mélyműveléssel, de különösen a külszíni kitermeléssel, nagyon gyakran visszafordíthatatlan beavatkozás történik a természeti környezetbe.

## 1.3. Fúrólyukakkal történő kitermelés

Fúrólyukakkal történő kitermelés történik a kőolaj, földgáz, víz felszínre hozása során. Termelési célra mélyfúrási lyukakon keresztül történik a hasznosítható anyagok kinyerése. Fúrt lyukakon keresztül történik még számos más, légnemű anyag (szén-dioxid, nitrogén) kitermelése is.

Létezik a rézérc kinyerésre kilúgozásos technika, amely esetben folyékony halmazállapotú közeg felszivattyúzására kerül sor. Újabban a szén földalatti elgázosítására is van példa a szilárd szén felhozatala helyett. A kőszelvízzel történő kioldásával kapnak „sós vizet”. Az ivóvíz, az ásványvíz és a termálvíz felhozatalára szinte kizárólagosan ezt a módszert alkalmazzák.

A fúrólyukakat a külszíni és mélyműveléses bányászattal kombinálva is alkalmazzák. A fúrólyukakat függőlegesen vagy előre elhatározott módon a függőlegestől elhajló szögben, akár vízszintes irányban is elferdítve képezhetik ki. Alkalmazzák a lyukakat a környezet előzetes vízmentesítésére (vízszint-süllyesztés), gázmentesítésére (metánlecsapolás), vízkizárásra és egyes kiegészítő tevékenységeknél is.

## 1.4. Külszíni fejtés gépei

Marótárcsás gépek „puha” kőzetek fejtéséhez.

### 1.2. ábra - Marótárcsás kitermelő rendszer (típus: Bagger-garzweiler)



<http://flickrhivemind.net/Tags/bucketwheexcavator/Interesting>

### 1.3. ábra - Marótárcsás fejtő fej külszíni vasérc bányában.



### 1.4. ábra - Külszíni fejtés egyik gépe Bükkábrányban.



<http://www.mert.hu/hu/banyaszat>

### **1.5. ábra - A külszíni fejtés legnagyobb önjáró gépe Bükkábrányban**



[http://autovezetes.network.hu/blog/kozlekedes\\_klub\\_hirei/foldunk-legnagyobb-kompakt-banyaszati-kotrogepe-bukkabranyban](http://autovezetes.network.hu/blog/kozlekedes_klub_hirei/foldunk-legnagyobb-kompakt-banyaszati-kotrogepe-bukkabranyban)



## 1.5. Szállító járművek külszíni fejtéseken

[http://www.mommo.hu/media/Orias\\_Domperek\\_3](http://www.mommo.hu/media/Orias_Domperek_3)

### 1.6. ábra - Bánya dömper (típus: Liebherr t282b)



Liebherr t282b mining truck adatai: ([http://en.wikipedia.org/wiki/Liebherr\\_T\\_282B](http://en.wikipedia.org/wiki/Liebherr_T_282B))

Hengerek száma 20. Motor össztérfogat: 90 liter. Teljesítmény: 3650 LE = 2720 kW;

Vezető ülés 6.55 m magas. A jármű adatai: 7.4 m magas, 14.5 m hosszú, 8,7 m széles

Szállítható anyagmennyiség: 363 tonna vagy 220 köbméter anyag

Terhelt össztömeg: 592 tonna; Gyártó: New Haven, Virginia, USA

## 2. Vasérc bányászat

A **vasérc** a bányászható mennyiségű és minőségű vasat tartalmazó ércközet összefoglaló neve. A földkéreg átlagban mintegy 6,6%-nyi vasat tartalmaz. **Vasércnek** számít az az előfordulás, ahol ennek az **átlagértéknek a 3-4-szerese** fordul elő. Sokféle összetételű természetes vasvegyület alkothat vasércet, amelyek közül a leggyakoribbak:

1. Táblázat. A leggyakoribb természetes vasvegyületek

| Ásvány neve | Színe      | Vegyület képlete                                                       | Vastartalma (%) |
|-------------|------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| hematit     | lilászörös | $\text{Fe}_2\text{O}_3$                                                | 70,0            |
| magnetit    | szürke     | $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ill. $\text{FeO} \times \text{Fe}_2\text{O}_3$ | 72,4            |
| goethit     |            | $\text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{H}_2\text{O}$                      | 62,9            |

|         |  |                                                     |      |
|---------|--|-----------------------------------------------------|------|
| limonit |  | $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \times 3\text{H}_2\text{O}$ | 59,9 |
|---------|--|-----------------------------------------------------|------|

A **vasérc termelés** a nemesfémek bányászata után kezdett elterjedni. Napjainkban több magas vastartalmú ércbányát üzemeltetnek Svédországban (magnetit található a legnagyobb vasércbányában Kirunában), továbbá Ukrajnában, Oroszországban, Kanadában és Ausztráliában.

### 1.7. ábra - Vasérc külszíni fejtése marótárcsás rendszerrel



Vasérccek képződés szerint, és a lelőhelyeik.

- **magmás vasérccek**, amelyek az ultrabázikus és bázikus magmákhoz kötődnek, a magmából történő származás miatt magas a vasvegyület tartalmuk. Legnagyobb lelőhelye a Bushveld-masszívum területén van, kiterjedése mintegy 67 000 km<sup>2</sup>. A nyugat-svédországi kirunavaarai érctelep kilométeres nagyságú lencsékben települt, amelyek száz méteres vastagságot is elérnek
- **hidrotermális vasérctelepek** a szibériai, perm végi platóbazaltokban vannak, ilyen telep van Rudabányán.
- **vulkáni exhalációs érctelepek** az egyes tűzhányók utolsó életszakaszában jönnek létre. A bükki fennsíkon, valamint Zengővárkony környékén exhalációs lencsék vannak.

## 3. A bauxitbányászat

A bauxit bányászata az egyik legfiatalabb bányászati technológia. A bauxit üledékes kőzet, amely feltalálási helyétől függően változó összetételű, **színe a vastartalmú ásványok** (pl.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) **miatt vörös**. Míközben az alumínium a földkéreg egyik leggyakoribb eleme, ennek kitermelése csak a XX. században lett jelentős és vált az alumínium nagyon sok termékünk alapanyagává. Ennek oka, hogy az alumínium nem ércként, hanem **kőzetalkotó ásvánnyként** fordul elő. Feldolgozásához nem csak hő, hanem nagyon sok elektromos energia is szükséges.

2. Táblázat. A bauxit összetétele

|                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| A bauxit komponensei | Százalékos előfordulásuk (%) |
|----------------------|------------------------------|

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>    | 35...80 % |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>    | Max. 30 % |
| SiO <sub>2</sub>                  | 10 %      |
| valamennyi kalcium, titán, mangán |           |

Az alumínium közvetlenül a **bauxitból** csak költségesen állítható elő. Célszerű egy közbenső termék a **timföld előállítása**. Ennek eljárását K.J. Bayern 1887-ben szabadalmaztatta (ez lényegében ma is használatos). Mivel az **alumínium oxidjából (timföldből, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)** elektrolízis útján történik a fém alumínium előállítása, nagy áramerősség mellett jelentős elektromos energiát igényel, így az iparszerű előállítására csak a 19. század végén kerülhetett sor, amikor az elektromos energia „nagyüzemi előállítása” beindult.

### 1.8. ábra - Bauxitbánya Gánton a Bakonyban. Magyarország.



<http://www.panoramio.com/photo/58209882>

A bauxit bányászata Franciaországban kezdtek meg, amely bányák mára már kimerültek, ezért a franciák gyarmataikon folytatták a bauxit bányászatot. Magyarországon a bauxit bányászata a XX. század elején kezdődött. Mára a legkedvezőbb gazdasági adottságú, könnyen gépesíthető nagy termelékenységű külszíni bányászat **Braziliában, Ausztráliában és Ghanában** folyik. Ezekből az országokból nagyon nagymértékű az export.

## 4. További ércek bányászata

A **nemesfémeket** 3000-4000 évvel ezelőtt termésvém formájában „gyűjtötték”. Ezzel párhuzamosan hamar felismerték, hogy a fémek különböző eljárásokkal, (pl: olvasztással) az ércekből is kinyerhetők. Az ókorban Cipruson, Görögországban, Egyiptom területén, Közép-Keleten és Indiában folyt nemesfém bányászat.

A középkorban három területen bányásztak nemesfémeket Európában: a Szász-Cseh Érchegeységben, a Felső-magyarországi Érchegeységben és az Erdélyi-Érchegeységben. Magas színvonalú volt a feldolgozás is. Ezeknek a lelőhelyeknek a jelentősége csökkent az amerikai kontinens felfedezése után, ahol gazdag lelőhelyek voltak, amit már az ott lakók is kiaknáztak. A XIX században Kaliforniában, Alaszkában és Ausztráliában találtak termésvém formában aranyat, amely eredményezte az ún. „aranylázakat”.

### 4.1. Külszíni ércbányák. Rézérc bányászata



Korunkra a kisebb nemesfém tartalmú előfordulások bányászatát gépesített és automatizált módon, nagy éves kitermelési értékkel folytatják Kanadában, Alaszkában, Oroszországban, Dél-Afrikában, Ausztráliában és Romániában.

### 1.9. ábra - Bingham Canyon rézbánya. Utah állam. USA 2005



<http://www.tudtad.com/2009/08/vilag-legnagyobb-kezi-banyaja.html>

A Bingham Canyon Bánya (**Rio Tinto megye, Kennecott**) Utah államban, a föld legnagyobb ember által “alkotott” gödre (pit). Ez a bánya 4 km “átmérőjű” és 1,2 km mélyen van a középső, legmélyebb része a külső felszíntől. 1863 óta több, mint 17 millió tonna rezet, és 715 tonna aranyat állítottak elő a kitermelt mennyiségből. Az 1400 dolgozó minden nap 50000 tonna anyagot szállít ki a “gödörből”. A kitermelés végét 2013-ra tervezik.

A ma is bányászott nagyobb **rézérc előfordulások** Chilében, Oroszországban, Kazahsztánban, a kaukázusi országokban, Spanyolországban, Svédországban, Finnországban, Kanadában és Ausztráliában vannak.

The Minera Escondida Mining Co. Chilében (mint a rézbányászat “fővárosában”) két bányát üzemeltet. 1990-ben kezdődött a kiépítése, azóta a **Chuquicamata bánya a Föld legnagyobb éves réz termelője. 2007-ben meghaladta** a 1,48 millió tonna értéket rézből, ami 10,12 milliárd US \$ értéket jelentett abban az évben. A Chuquicamata rézbánya eddigi teljes termelése 29 millió tonna. A külszíni fejtés hossza 4,3 km, szélessége 3 km és 850 méter mély.

### 1.10. ábra - Chuquicamata rézbánya. Chile





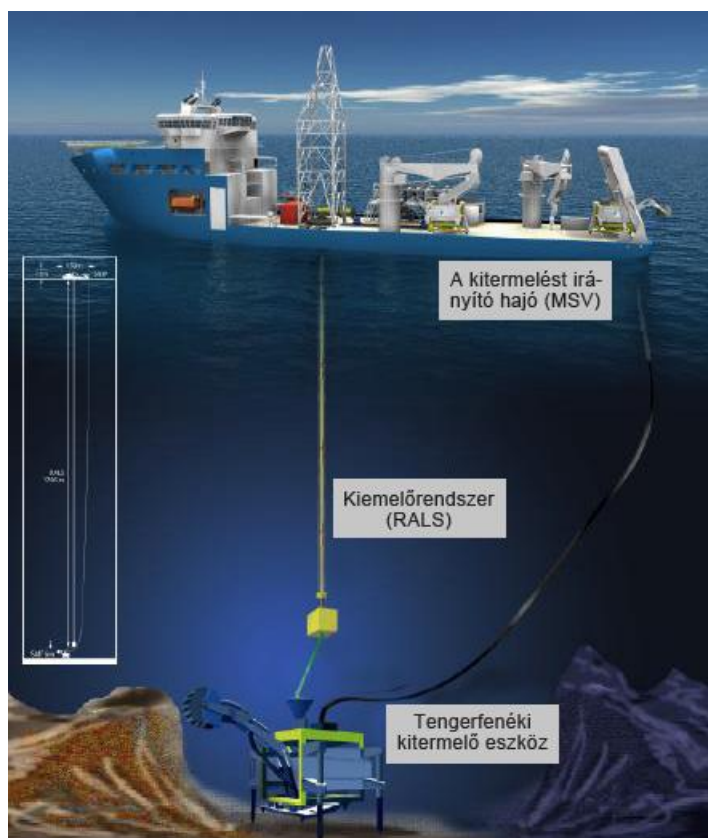
<http://www.caesarom.com/?modul=galeria&a=60616&p=1>

A **fémércék bányászata**, az előzőekben felsorolt, nagy volumenű bányászatok mellett tartalmazza még a **mangán, cink, ón, ólom, kadmium, higany, bizmut, szelén, tellúr, antimon, arzén, wolfram, molibdén, kobalt, nikkel, króm, platina, palládium, vanádium, titán, magnézium és a ritka földfémek érceinek** bányászatát is. Ezen fémércék a legváltozatosabb ércársulásokban fordulnak elő és szétválasztásuk külön előkészítés és speciális kohászat során történik meg.

## 4.2. Mély tengeri bányászat

A „szárazföld után” komoly tervek vannak a mély tengeri bányászat beindítására is. Ezt illusztrálja a következő ábra.

### 1.11. ábra - Mély tengeri bányászat sémája



<http://www.origo.hu/idojaras/20110802-tenger-alatti-banyaszat-ritkafoldfem-rez-arany-onallo-kis-vilagok-pusztulhatnak.html>

## 5. Gyémánt bányászat

A gyémánt leggyakrabban másodlagos lelőhelyeken, azon belül is inkább folyami üledékekben fordul elő. A legkeményebb természetben előforduló ásvány, csak szénatomokból áll, a szén egy allotróp módosulata. Korábban ékszerként használták, de rendkívül nagy keménysége miatt, az utolsó évszázadban ipari felhasználása vált széles körűvé. Az olaj-, és földgáz kutak, valamint alagutak kialakításánál alkalmazott fúrófejekben, gyémánt a tényleges maróelem.

A nagy gyémántbányák gyakran külszíni fejtéssel „működnek”. Ezekre példák az Udachnaya (Oroszország) közelében, vagy az Ekati területen levő bányák. Az Udachnaya gyémánt bánya Oroszországban (Sakha köztársaságban, a sarkkörön túl) a nagy külszíni fejtésű gyémánt bányák között a legnagyobb. Több, mint 600 méter „mély”.

### 1.12. ábra - Gyémánt bánya Udachnaya közelében. Oroszország



<http://www.caesarom.com/?modul=galeria&a=60616>

1955 óta folyik a Mir nevű gyémánt bányában (rendkívül zord körülmények között, minden fagyott az év nagy részében) a kitermelés. A termelési érték 2001-ben, 10 millió karát volt (2 tonna gyémánt)

### **1.13. ábra - A Mir gyémántbánya. Oroszország**





[http://ipon.hu/hir/oriasi\\_gyemantlelohely\\_sziberiaban/22342](http://ipon.hu/hir/oriasi_gyemantlelohely_sziberiaban/22342)

Egy hatalmas kráter Kanadában az Ekati gyémánt bánya, 20 km távolságban az északi sarkkörtől. Az éghajlat nagyon zord, nagyon kemény telekkel. Ez Észak-Amerika első nagyméretű gyémánt bányája, 1998-ban nyitották meg.

#### **1.14. ábra - Gyémántbánya, Ekati, Kanada**

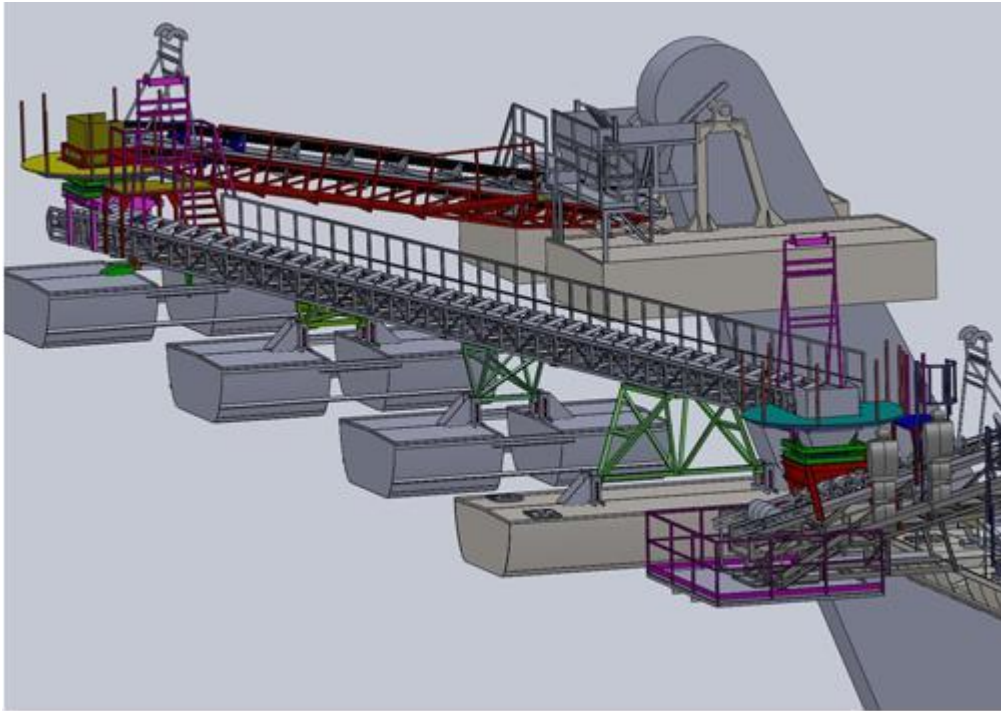


<http://www.erepublik.com/en/article/amit-te-is-megtehetsz-emagyarorsz-g-rt--950533/1/20>

## **6. Mész, homok, kavics, építő és díszítőkö bányászat**

A homok- és kavicsbányászatban gyakori a víz alatti bányászat álló- és folyó-, vagy tengervíz alól. Leggyakrabban kotróhajókra vannak szerelve olyan szivattyúk, amelyek zagy formájában juttatják fel a nyersanyagot a felszínre, majd ezt víztelenítik.

#### **1.15. ábra - 150 t/h vedersoros kotró úszó szállítószalag rendszere (IGRICI)**



<http://www.hajotervezo.hu/index.php?hajo=79&kat=38>

## 7. Uránérc bányászat

### 7.1. Az urán szerepe és az előfordulása a Földön

Az uránt már 1789-ben felfedezték, szurokércből (Porosz Tudományos Akadémia, Martin Klaproth), amit uranitnak neveztek el. 1841-ben már a francia Petigot előállítja a tiszta uránfémeket. Az uránfém jelentősége azonban csak a maghasadás jelenségének felfedezése után (a maghasadás felfedezői a német Otto Hahn, Lise Meitner és Fritz Strassmann, 1939) vált, elsősorban katonai stratégiai fegyver előállítására miatt rendkívül „értékes” fém. Az első atombombákat 1945. augusztus 6.-án Hirosimára és 9-én Nagaszakira dobták le. 1950 után kezdődött meg az atomerőművek létesítése, amelyeknek a célja elsősorban a hadipari alkalmazású plutónium előállítása, melléktermékként pedig villamos energiát is előállítottak.

Az **uránfém ércei** a legváltozatosabb megjelenési formát mutatják, az **elsődleges szurokérc**től a különböző kőzetek **mállási üledékéig**. Az uránfém ércének termelésében az 1960-as, 1980-as években Franciaország, az NDK, Csehország (itt van a nagy szurokérc vagyonnal rendelkező Szász-érchegység), Ukrajna, Kazahsztán, az Egyesült Államok járt az élen. A 2002-es adatok alapján, az fémurán termelésben az éves termelési volumen szerinti sorrend a következő: Kanada, Ausztrália, Oroszország, Niger, Kazahsztán, Namíbia, Üzbegisztán, Egyesült Államok, Dél-Afrika, Kína, Ukrajna.

#### 1.16. ábra - Felhagyott uránbánya Mary-kathleen, Ausztrália





<http://hu.wikipedia.org/wiki/Bányászat>

Az urán különböző koncentrációban ugyan, de a világ minden pontján megtalálható. A talajban az átlagos koncentráció 3-5 gramm/tonna, és a tengerek és óceánok vizének minden köbméterében is található kb. 5 mg urán. A Földön vannak olyan helyek, ahol a koncentráció ennél az átlagos értéknél sokkal magasabb. Az uránérc kitermelése a földkéregből általában akkor kifizetődő, ha az uránkoncentráció a 0,5-5 g/kg értéket eléri.

## 7.2. Uránérc bányászat Magyarországon (1956-1997)

A külföldi gyakorlatban az átlagosan 0,3 % fémtartalmú ércet tartották bányászatra alkalmasnak. A Mecsek hegységben talált ércvagyon az átlagosnál kedvezőtlenebb volt, 1 tonna érc 1,2 kg uránfémeket tartalmazott (vagyis **0,12 %-a fémtartalom**). A mecseki uránérc jellemzője, hogy több rétegben és szintben, nem összefüggően, hanem **lencsés foltokban** változatos kifejlődésben fordul elő, kemény homokkövekben. Az ércet tartalmazó kőzet csak műszeres mérésekkel különböztethető meg a meddőttől, ezért nagyon sok külszíni és bányabeli kutatófúrást kellett alkalmazni és sok kutatóvágat kihajtására volt szükség, ami a költségeket növelte.

1955 végére három ipari feltáráshoz alkalmas területet jelöltek ki (Délszőlős, Bakonya és Tótvár). 1956-ban kezdték meg a termelés előkészítését. Az érctermelést az 1957-ben megalapított *Pécsi Uránércbánya Vállalat* (1964-től *Mecseki Ércbánya Vállalat*) néven kezdték meg a Kővágószőlős község határában létesített bányüzemben, mélyművelés alkalmazásával és 1958-ban elindult a Szovjetunióba az első osztályozott érc szállítmány.

A bányászat kezdetben a felszíntől számított **120-180 méter** mélységekben folyt, de hamarosan már a nagyobb mélységekben fekvő ércesedést is művelésbe vonták. A III. számú bányüzemben már a felszíntől számított 430 méterig (a tengerszint alatt 120 méterre) folytatták a termelést. 1964-ig a nyersérc dúsítását még nem tudták elvégezni, csak durva elválasztásra és osztályozásra került sor és gyakorlatilag nyersércet szállítottak ki.

Az 1975-ben megkezdett **V. számú bányüzem** aknáit, már **1118, illetve 1250 méter** mélységig építették meg, ami a **tengerszint alatti 900 méter mélységet** jelentette. Az újabb bányüzemnél már az 1000 métert meghaladó mélységig kellett a termelést lehetővé tevő **függőleges aknákat** megépíteni, de vakaknak létesítésével **1200 méter mélységig hatoltak le**. Ebben a mélységben fokozni kellett a bánya szellőztetését és a levegő hűtésére is sor került, mert a környező **kőzet hőmérséklete elérte a +45 °C-ot**.

### 1.17. ábra - Uránbánya 1100 méteren



<http://www.pecsiujsag.hu/pecs/hir/helyi-hireink/lenne-e-eleg-szakkepzett-pecsi-banyasz-a-mecseki-uranbanya-ujranyitasa-eseten>

### 1.18. ábra - Mélyművelésű uránbánya Bakonya



Az V. számú bányauzem készletei 1200 méternél mélyebben is megtalálhatók voltak, ezért az 1200 méteres szintről még egy **vakaknát** létesítettek. Ezzel elérték Magyarországon a legnagyobb, a **tenger szintje alatti 1150 méter** mélységet. Ilyen mélyen a **kőzet hőmérséklete** már **+53 °C**. Az V. számú bányauzem teljes ércvagyonát a bánya időközben elrendelt bezárása miatt már nem termelték ki. Az otthagytott ércvagyon mennyiségét több millió tonnára becsülik.

## 7.3. Hazai uránbányászat értékelése

A hazai uránfém termelés mindvégig állami támogatással működött. Ennek csak egyik oka volt az érc gyenge minősége és a rendkívül nehéz bányászati körülmények. A nagy mélységben, a nagy nyomású és magas hőmérsékletű kőzetkörnyezetben folytatott bányászati tevékenység **sok hasznos tapasztalattal** gazdagította a magyar szakembereket.

A bányászat egészség károsodást okozó veszélyeit a nagy mélység miatti magas közethőmérséklet, a permi homokkő **szilícium tartalmú pora** és a **levegőbe felszabaduló radon gázok** jelentették, ami sok esetben okozott egészség károsodást (elsősorban szilikózist).

Az uránérc kitermelésnél a **meddőközet**, az uránt gyakorlatilag nem tartalmazó kibányászott kőzetből, valamint a felszíni bányászatnál az érctelep felett fekvő talaj- és kőzetrétegekből áll. **Külszíni fejtés esetén a meddő/érc arány akár 40 is lehet**, míg a sokkal szelektívebb **mélyművelésű bányáknál** ezt az arányt gyakran 1 alá lehet szorítani.



A meddő kőzet, mint hulladék, potenciális veszélyessége abban rejlik, hogy a felszínen, az időjárás viszontagságainak kitéve, a benne lévő anyagok szétterjedhetnek a környezetben. **Az eső nehézfémeket** (pl. az urán bomlási sorában lévő elemeket), illetve esetenként **nikkelt és arzént** oldhat ki belőle, a szél pedig a kisebb szemcséket hordhatja szét. A levegőn oxidációra hajlamos meddőt mesterséges tavakban tárolják, míg a vízben oldódó anyagokat tartalmazó kőzetet földtakaróval védik a környezeti hatásoktól. A földtakaró erózióállóságát növényzet telepítésével lehet növelni.

#### 1.19. ábra - Kővágószőlős – ércdúsító üzem Magyarország, 1990



<http://index.hu/gazdasag/magyar/uran061121/>

#### 1.20. ábra - Kővágószőlős – ércdúsító üzem rekultivált területe





<http://index.hu/gazdasag/magyar/uran061121/>

## 8. Kérdések

- 1.1. Sorolja fel, hogy az ásványi nyersanyagok bányászata milyen tevékenységek összességét jelenti!
- 1.2. Melyek a hasznosítható ásványi nyersanyagok?
- 1.3. Milyen módjai vannak a bányászatnak a föld felszínéhez való viszonya alapján?
- 1.4. A bányászat milyen halmazállapot-változtatásos technológiáit ismeri?
- 1.5. Adja meg a külfejtésnek alaptípusait!
- 1.6. Sorolja fel a külszíni fejtés egymást követő lépéseit!
- 1.7. Milyen alapvető kotrógépet ismer?
- 1.8. Milyen eszközökkel szállítják el a kitermelt anyagot a külszíni fejtésről?
- 1.9. Milyen esetekben alkalmaznak mélyművelésű bányászatot?
- 1.10. Milyen létesítményeket alakítanak ki a mélyművelésű bányászat során?

- 1.11. Milyen anyagok kitermeléséhez alkalmaznak fűrőlyukakat?
- 1.12. Milyen irányú fűrőlyukakat alakíthatnak ki?
- 1.13. Nevezze meg, hogy Magyarországon hol folyik nagymértékű külszíni bányászat?
- 1.14. Milyen teljesítő képességűek a külszíni bányászat során alkalmazott marótárcsás fejtők, dömperek?
- 1.15. Milyen vas tartalmú kőzetet nevezünk vasércnek?
- 1.16. Milyen vasérctelepeket különböztet meg képződés szerint?
- 1.17. Miért vörös a bauxit, milyen az összetétele?
- 1.18. Mit jelent ez a fogalom: kőzetalkotó ásvány?
- 1.19. Mi az a bauxit, mi az a timföld?
- 1.20. Mely országokban termelik ki a legtöbb bauxitot a Földön?
- 1.21. Adja meg a legnagyobb rézbányák méretét és ismertesse éves kitermelési adatait!
- 1.22. Sorolja fel, milyen fémérceket bányászunk!
- 1.23. Milyen ipari alkalmazásai vannak a gyémántnak?
- 1.24. Nevezze meg a Földön működtetett legnagyobb külszíni fejtésű gyémántbányákat!
- 1.25. Mit jelent ez a fogalom a homok- és kavicsbányászatban, hogy zagy?
- 1.26. Milyen formában jelennek meg az uránfém ércei?
- 1.27. Milyen koncentrációban legyen jelen az uránérc a földkéregben ahhoz, hogy kitermelése kifizetődő legyen?
- 1.28. Ettől, meddig és hol volt uránérc kitermelés Magyarországon?
- 1.29. Milyen mélységűek voltak az uránbányák a Mecsekben?
- 1.30. Milyen volt a meddő/érc arány a magyarországi uránbányászat során külszíni fejtés és mélyművelés esetén?

## 9. Tesztek

### 1.1. Sorolja fel, hogy az ásványi nyersanyagok bányászata milyen tevékenységek összességét jelenti!

- a) kutató fúrások, feltárás, kitermelés, szállítás, bizonyos késztermékek (pl. brikett) gyártása, és ezek kereskedelme.
- b) kutató fúrások, feltárás, kitermelés, minőségjavítás (előkészítés, osztályozás), szállítás, bizonyos késztermékek (pl. brikett) gyártása, és ezek kereskedelme.
- c) kutatás (kutató fúrások), feltárás, kitermelés, minőségjavítás (előkészítés, osztályozás), szállítás.

### 1.2. Melyek a hasznosítható ásványi nyersanyagok?

- a) szilárdásványok, folyékony anyagok,
- b) szilárdásványok, folyékony anyagok, gáznemű anyagok, forró víz.
- c) fekete kőszén, barna kőszén, földgáz

### 1.3. Milyen módjai vannak a bányászatnak a föld felszínéhez való viszonya alapján?



- a) külszíni fejtés, mélyművelés, fűrőlyukakkal történő kitermelés, víz alatti bányászat.
- b) mélyművelés, fűrőlyukakkal történő kitermelés, víz alatti bányászat.
- c) külszíni fejtés, mélyművelés, fűrőlyukakkal történő kitermelés.

**1.4. A bányászat milyen halmazállapot-változtatásos technológiákat ismer?**

- a) kioldás, megolvasztás, elgázosítás, ionizáció
- b) kioldás, megolvasztás, elgázosítás, robbantás
- c) kioldás, megolvasztás, elgázosítás

**1.5. Mik a külfejtésnek alaptípusai!**

- a) frontkotrás, blokkfejtés
- b) kaparás, frontkotrás, blokkfejtés
- c) frontkotrás, robbantás, blokkfejtés

**1.6. Sorolja fel a külszíni fejtés egymást követő lépéseit!**

- a) fedőrétegek eltávolítása, haszonanyag kitermelése, elszállítása, betörő víz elvezetése,
- b) fedőrétegek eltávolítása, haszonanyag kitermelése, elszállítása, tájrendezés, rekultiváció
- c) fedőrétegek eltávolítása, haszonanyag kitermelése, elszállítása, betörő víz elvezetése, tájrendezés, rekultiváció

**1.7. Milyen alapvető kotrógépet ismer?**

- a) Marótárcsás fejtőfejes rendszer
- b) Gyémántfejes fűrőgép
- c) Ütve fűrős kotrógép

**1.8. Milyen eszközökkel szállítják el a kitermelt anyagot a külszíni fejtésről?**

- a) gumihevederes szállítószalaggal és/vagy vasúton
- b) vedersoros kotrógéppel, bánya dömperral
- c) teherautóval, kamionnal

**1.9. Milyen esetekben alkalmaznak mélyművelésű bányászatot?**

- a) Amikor hegyvidékes a terep
- b) Ha a lelőhely mélyebben van, mint 200-250 méter
- c) Széntermelés esetén

**1.10. Milyen létesítményeket alakítanak ki a mélyművelésű bányászat során?**

- a) aknatorony, táró, altáró, lejtakna, szellőztető akna, gépházak, műhelyek, raktárak, fürdők, irodák és utak
- b) aknatorony, szellőztető akna, gépházak, műhelyek, raktárak, fürdők, irodák és utak
- c) táró, altáró, lejtakna, akna,

**1.11. Milyen anyagok kitermeléséhez alkalmaznak fűrőlyukakat?**

- a) kőolaj, földgáz, víz, szén-dioxid, nitrogén
- b) réz, kőszén kiúhozásához, urán savazásához
- c) ivóvíz, ásványvíz, termálvíz, kőolaj, földgáz, víz, szén-dioxid, nitrogén, réz, kőszén kiúhozásához, urán savazásához

**1.12. Milyen irányú fúrólukakat alakíthatnak ki?**

- a) függőlegesen, elhajló szögben, vízszintes irányban
- b) függőlegesen,
- c) függőlegesen, elhajló szögben,

**1.13. Nevezze meg, hogy Magyarországon hol folyik nagymértékű külszíni bányászat?**

- a) Bükkábrány, Visonta, Bükkösd, Vác, Beremend, Alsótelekes,
- b) Bükkábrány, Visonta, Alsótelekes, Bükkösd, Karolina,
- c) Bükkábrány, Gánt, Halimba, Mátraalja, Bükkalja

**1.14. Milyen teljesítő képességűek a külszíni bányászat során alkalmazott marótárcsás dömperek?**

- a) teljesítmény: 3650 LE, terhelt össztömeg: 592 tonna; szállítható anyagmennyiség: 363 tonna
- b) teljesítmény: 3650 LE terhelt össztömeg: 59 tonna; szállítható anyagmennyiség: 363 tonna
- c) teljesítmény: 272 kW, szállítható anyagmennyiség: 220 köbméter anyag

**1.15. Milyen vas tartalmú kőzetet nevezünk vasércnek?**

- a) A földkéreg átlag vastartalmának 3-4-szerese
- b) Ha a vas tartalom 6,6%-nyi
- c) A földkéreg átlag vastartalmának 8-9-szerese

**1.16. Milyen vasérctelepeket különböztet meg képződés szerint?**

- a) magmás vasérc, hidrotermális vasérctelepek, vulkáni extrudációs értelepek
- b) magképződéses vasérc, externális értelepek, hidrotermális vasérctelepek,
- c) magmás vasérc, hidrotermális vasérctelepek, vulkáni exhalációs értelepek

**1.17. Miért vörös a bauxit, milyen az összetétele?**

- a) maga a bauxit miatt
- b) kalcium tartalom miatt
- c) vastartalmú ásványok miatt

**1.18. Mit jelent ez a fogalom: kőzetalkotó ásvány?**

- a) több más fém oxidjaival együtt fordul elő
- b) a kőzetben ércként fordul elő
- c) tőle kemény a kőzet

**1.19. Mi az a bauxit, mi az a timföld?**

- a) A timföld a kibányászott anyag, a bauxit pedig az alumínium alapanyaga
- b) A bauxit a kibányászott anyag, a timföld pedig az alumínium előállításához közbeeső termék
- c) A bauxit ásvány a vörös iszap előállításához, amelyből timföldet készítenek

**1.20. Mely országokban termelik ki a legtöbb bauxitot a Földön?**

- a) Ausztrália, Ghana, Venezuela
- b) Brazília, Ausztrália, Ghana
- c) Brazília, Ausztrália, Magyarország, Franciaország

**1.21. Adja meg a legnagyobb rézbányák méretét és ismertesse éves kitermelési adatait!**

- a) Bingham Canyon Bánya (Utah, USA) minden nap 50,000 tonna kitermelt anyag; Chuquicamata bánya (Chile) 1.48 millió tonna réz/év;
- b) Bingham Canyon Bánya (Utah, USA) minden nap 150,000 tonna kitermelt anyag; Chuquicamata bánya (Chile) 1.48 millió tonna réz/év;
- c) Bingham Canyon Bánya (Utah, USA) minden nap 50,000 tonna kitermelt anyag; Chuquicamata bánya (Chile) 0.48 millió tonna réz/év;

**1.22. Sorolja fel, milyen fémérceket bányászunk!**

- a) vas, réz, cink, ón, ólom, kadmium, nikkel, króm, arany, ezüst, platina, vanádium, titán, magnézium,
- b) vas, réz, mangán, cink, ón, ólom, kadmium, higany, bizmut, szelén, tellúr, antimon, arzén, wolfram, molibdén, kobalt, nikkel, króm, arany, ezüst, platina,
- c) vas, réz, mangán, cink, ón, ólom, kadmium, higany, bizmut, szelén, tellúr, antimon, arzén, wolfram, molibdén, kobalt, nikkel, króm, arany, ezüst, platina, palládium, vanádium, titán, magnézium, ritka földfémek

**1.23. Milyen ipari alkalmazásai vannak a gyémántnak?**

- a) Ékszeripar
- b) Földalatti építése
- c) Fúrófejek, marótárcsák készítéséhez

**1.24. Nevezze meg a Földön működtetett legnagyobb külszíni fejtésű gyémántbányákat!**

- a) Udachnaya közelében. Oroszország, Mir bánya Oroszország, Ekati Kanada
- b) Chuquicamata Chile, Mir bánya Oroszország, Ekati Kanada
- c) Kiruna Svédország, Udachnaya közelében. Oroszország, Ekati Kanada

**1.25. Mit jelent ez a fogalom a homok- és kavicsbányászatban, hogy zagy?**

- a) Homok és kavics elegye
- b) Homok és kavics megfelelő vizes közege
- c) Zavaros homok

**1.26. Milyen formában jelennek meg az uránfém ércei?**

- a) szurokérc, valamint különböző kőzetek mállási üledékéi
- b) mállási üledékek kikristályosodott formái

c) szurok, mint a bitumengyártás alapanyag

**1.27. Milyen koncentrációban legyen jelen az uránérc a földkéregben ahhoz, hogy kitermelése kifizetődő legyen?**

a) 0,5-5 g/kg

b) 3-5 gramm/tonna

c) a Föld átlag urán koncentrációjának az negyvenszerese

**1.28. Mettől, meddig és hol volt uránérc kitermelés Magyarországon?**

a) 1958-2006 Kővágószőlős, Boda

b) 1956-1997 Kővágószőlős, Bakonya, Hetvehely Boda

c) 1952-1994 Kővágószőlős, Boda, Bakonya, Hetvehely

**1.29. Milyen mélységűek voltak az uránbányák a Mecsekben?**

a) legmélyebb 180 méter mély

b) legmélyebb 1250 méter mély

c) legmélyebb 1600 méter mély

**1.30. Milyen volt a meddő/érc arány a magyarországi uránbányászat során külszíni fejtés és mélyművelés esetén?**

a) A meddő/érc arány külszíni fejtés esetén akár 40; mélyművelésű bányáknál 1 körüli

b) A meddő/érc arány külszíni fejtés esetén akár 2; mélyművelésű bányáknál 12 körüli

c) A meddő/érc arány külszíni fejtés és mélyművelésű bányáknál egyaránt 4-5 körüli

## 10. Megoldáskód 1-es témához

|     |   |      |   |      |   |      |   |      |   |
|-----|---|------|---|------|---|------|---|------|---|
|     |   |      |   |      |   |      |   |      |   |
| 1.1 | b | 1.7  | a | 1.13 | a | 1.19 | b | 1.25 | b |
| 1.2 | b | 1.8  | a | 1.14 | a | 1.20 | b | 1.26 | a |
| 1.3 | a | 1.9  | b | 1.15 | a | 1.21 | a | 1.27 | a |
| 1.4 | c | 1.10 | a | 1.16 | c | 1.22 | c | 1.28 | b |
| 1.5 | a | 1.11 | c | 1.17 | c | 1.23 | c | 1.29 | b |
| 1.6 | c | 1.12 | a | 1.18 | a | 1.24 | a | 1.30 | a |

## 11. Hivatkozások

[1.1] Bányászat; (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Bányászat>; <http://hu.wikipedia.org/wiki/Külfejtés> )

[1.2] Marótárcsás kitermelő rendszer; <http://flickrhivemind.net/Tags/bucketwhelexcavator/Interesting> (lásd: 2)

[1.3] Külszíni fejtés Bükkábrányban; <http://www.mert.hu/hu/banyaszat> (Lásd: 4)



- [1.4] Külszíni fejtés legnagyobb önjáró gépe Bükkábrányban; [http://autovezetes.network.hu/blog/kozlekedes\\_klub\\_hirei/foldunk-legnagyobb-kompakt-banyaszati-kotrogepe-bukkabranyban](http://autovezetes.network.hu/blog/kozlekedes_klub_hirei/foldunk-legnagyobb-kompakt-banyaszati-kotrogepe-bukkabranyban) (Lásd: 5)
- [1.5] Óriás dömperek; [http://www.mommo.hu/media/Orias\\_Domperek\\_3](http://www.mommo.hu/media/Orias_Domperek_3)
- [1.6] Bánya dömperek; (Lásd: 6)
- [1.7] Bauxitbánya Gánton; <http://www.panoramio.com/photo/58209882> (Lásd: 8)
- [1.8] Bingham Canyon rézbánya. Utah állam. USA; <http://www.tudat.com/2009/08/vilag-legnagyobb-kezi-banyaja.html> (Lásd: 9)
- [1.9] Chuquicamata rézbánya. Chile; <http://www.caesarom.com/?modul=galeria&a=60616&p=1> (Lásd: 10)
- [1.10] Mély tengeri bányászat sémája; <http://www.origo.hu/idojaras/20110802-tenger-alatti-banyaszat-ritkafoldfem-rez-arany-onallo-kis-vilagok-pusztulhatnak.html> (Lásd: 11)
- [1.11] Gyémánt bánya Udachnaya közelében. Oroszország; <http://www.caesarom.com/?modul=galeria&a=60616> (Lásd: 12)
- [1.12] A Mir gyémántbánya. Oroszország; [http://ipon.hu/hir/oriasi\\_gyemantlelohely\\_sziberiaban/22342](http://ipon.hu/hir/oriasi_gyemantlelohely_sziberiaban/22342) (Lásd: 13)
- [1.13] Gyémántbánya, Ekati, Kanada; <http://www.erepublik.com/en/article/amit-te-is-megtehetsz-emagyarorsz-g-rt--950533/1/20> (Lásd: 14)
- [1.14] Vedersoros kotró úszó szállítószalag rendszere (IGRICI) (150 t/h) ; <http://www.hajotervezo.hu/index.php?hajo=79&kat=38> (Lásd: 15)
- [1.15] Felhagyott uránbánya Mary-kathleen, Ausztrália; <http://hu.wikipedia.org/wiki/Bányászat> (Lásd: 16)
- [1.16] Uránbánya 1100 méteren; <http://www.pecsiujsag.hu/pecs/hir/helyi-hireink/lenne-e-eleg-szakkepzett-pecsi-banyasz-a-mecseki-uranbanya-ujranyitasa-eseten> (Lásd: 17)
- [1.17] Kővágószőlős – ércdúsító üzem Magyarország, 1990; <http://index.hu/gazdasag/magyar/uran061121/> (Lásd: 19)
- [1.18] Kővágószőlős – ércdúsító üzem rekultivált területe; <http://index.hu/gazdasag/magyar/uran061121/> (Lásd: 20)

---

## 2. fejezet - Energiahordozók hagyományos bányászata, környezeti hatásai.

Ez a fejezet csak az energiahordozók bányászatát fogja tárgyalni. Az **energiahordozó bányászat** a földkéreg valamilyen célra hasznosítható energiahordozójának a kitermelését, hasznosításra alkalmassá tételét és értékesítését tartalmazza.

A *bányászat* először a külszíni előfordulási helyekre korlátozódott, később a technológia fejlődésével egyre mélyebben fekvő (napjainkban pedig már a tengerek mélyén levő) energiahordozókra is kiterjedt.

A *bányászat* szokásos formái:

- szilárdásvány-bányászat (külszíni fejtés, mélyművelés)
- fluidum-bányászat
- fúrólukakkal történő kitermelés,
- víz alatti bányászat

### 1. Szénbányászat

([http://en.wikipedia.org/wiki/Coal\\_mining](http://en.wikipedia.org/wiki/Coal_mining))

A szénbányászatot iparszerűen Angliában kezdték meg a 13. században, de a szenet és a tőzeget esetenként már korábban is használták. Kínában már 3000 évvel ezelőtt használtak és termeltek szénfésleéseket. A Római Birodalom fémöntői és kovácsai is ismerték és használták a kőszent, de az arab világ korai, jó minőségű acéljainak előállításához is kellett a szén.

A **kőszén** növényi eredetű, szilárd, éghető üledékes kőzet. Ahogy szénül, a **tőzeg barnakőszén** (ennek kevésbé szénült változata a lignit), **feketekőszén**, majd **antracittá** alakul; a grafit már a metamorfózis terméke. A kőszéntelepek olyan, dús növényzetű üledékgyűjtő medencékben képződtek, ahol a szerves anyagot vastag üledéktakaró temette maga alá: a szénülés feltétele az így kialakuló nagy nyomás és hőmérséklet. Az első kőszéntelepek a növényvilág szárazföldi térhódítása után keletkeztek.

#### 2.1. ábra - Fejtés egy mélyművelésű szénbányában



<http://www.polusonline.com/2012/08/ujraindul-szenbanyaszat-gazdasag.html>

A legidősebb ismert előfordulás Finnországban a **sungit**-nak nevezett **algakőszén**, aminek széntartalma 95 % felett van. Ezt időben a kuznyeki és Medve-tó (Kanada) menti **devon korú** előfordulások követik. A **karbonkori** telepcsoportok az Egyesült Államokban az Appalache-hegységben nagy területen, Angliában, Belgiumban, a Ruhr-vidéken, a Saar-vidéken, Sziléziában, a Donyeck-medencében, ahol a nagy mélységben

gazdag antracit telepek is vannak, a moszkvai medencében, az Ural-hegységben, Szibériában. Kazahsztánban, Indiában, Kínában, Ausztráliában, Dél-Afrikában, Japánban és Indonéziában jelentősek. Nagy részüket már nem művelik, mert túl mélyen vannak. A kitermelt mennyiség nagy részét a jól gépesíthető, **termelékeny külszíni fejtésekben** bányásszák, így például Ausztráliából Európa kikötőibe is szállítanak feketekőszén.

## 2.2. ábra - Külszíni kőszénbánya. USA.



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Bányászat>

A legtöbb **barnakőszén** az **eocén** és a **miocén** földtani korban keletkezett. Hatalmas, több tízezer km<sup>2</sup> területű előfordulások vannak az Egyesült Államok közép-nyugati területein. Közép-Németországban a Salde és Mulde közötti medence mintegy 2000 km<sup>2</sup>-es. Az alsó Rajnavidéki előfordulás Bonn és Köln között 45 km hosszú és 4–5 km széles; ezt jelenleg nem művelik. A volt NDK területén ma is bányásznak **fiatalabb barnakőszén**ek külszíni fejtésekben. Romániában a Zsil-völgyi előfordulás oligocén korú, de jó minőségű **szurokkőszén**, több százmillió tonna készlettel. A magyarországi előfordulása Mecsekben van.

A Karolina külfejtést, Pécsről keletre, 1968-ban nyitották meg. A Pannonpower Holding Zrt 1993 és 2004 év közötti időszakban folytatott itt bányászati tevékenységet. A külfejtés rekultiválandó területe mintegy 1200 m hosszú és 600 m széles 120 ha kiterjedésű terület.

## 2.3. ábra - Karolina külfejtés Pécsről keletre (felvétel sárkányrepülőről). Jelenleg bányató



<http://www.panoramio.com/photo/15856721>

## 2.4. ábra - Külszíni teraszos lignitbánya Visontán (Mátravidéki Erőmű)





<http://hu.wikipedia.org/wiki/Bányászat>

## **2.5. ábra - Külszíni nagy kotró. Bükkábrány**



<http://www.mert.hu/hu/banyaszat>

## **2.6. ábra - Lignitbánya Bükkábrányban**





Szenet több, mint 50 országban bányásznak. Az utóbbi 25 évben jelentősen növekedett a fekete kőszén kitermelése, **2009-ben a világon 7036 Mt/év** volt. 2006-ban a barnaszén és a lignit összes termelése, meghaladta az **1000 Mt**, ebből Németország termelése 194.4 Mt (a Föld legnagyobb barnaszén termelő országa) Kínáé pedig 100.6 Mt volt. A szén kitermelés leggyorsabban Ázsiában növekszik, míg Európában csökken. A legnagyobb széntermelő országok 2009. évi termelési volumenét foglalta össze a következő táblázat.

1. Táblázat. A legnagyobb széntermelő országok 2009. évi termelési volumene

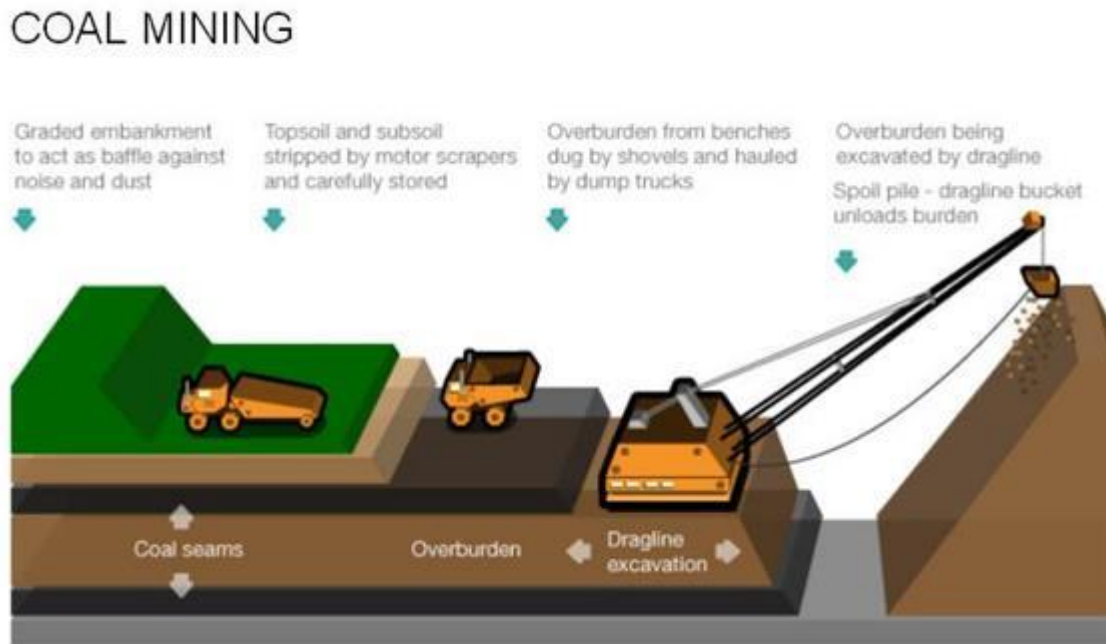
| Ország                  | Millió tonna/év (2009) |
|-------------------------|------------------------|
| Kína                    | 3050 Mt                |
| USA                     | 973 Mt                 |
| India                   | 557 Mt                 |
| Ausztrália              | 409 Mt                 |
| Dél-Afrikai Köztársaság | 250 Mt                 |
| Oroszország             | 298 Mt                 |
| Indonézia               | 252 Mt                 |
| Lengyelország           | 135 Mt                 |
| Kazahsztán              | 101 Mt                 |
| Kolombia                | 72 Mt                  |

A szén kitermelés 2030-ra várhatóan közel 13000 Mt/év lesz a Földön. Ebből Kína "gőz szén" termelése eléri a 5200 Mt/év, a coking szén termelése a 620 Mt/év, a barnaszén termelése pedig a 1200 Mt/év értéket.

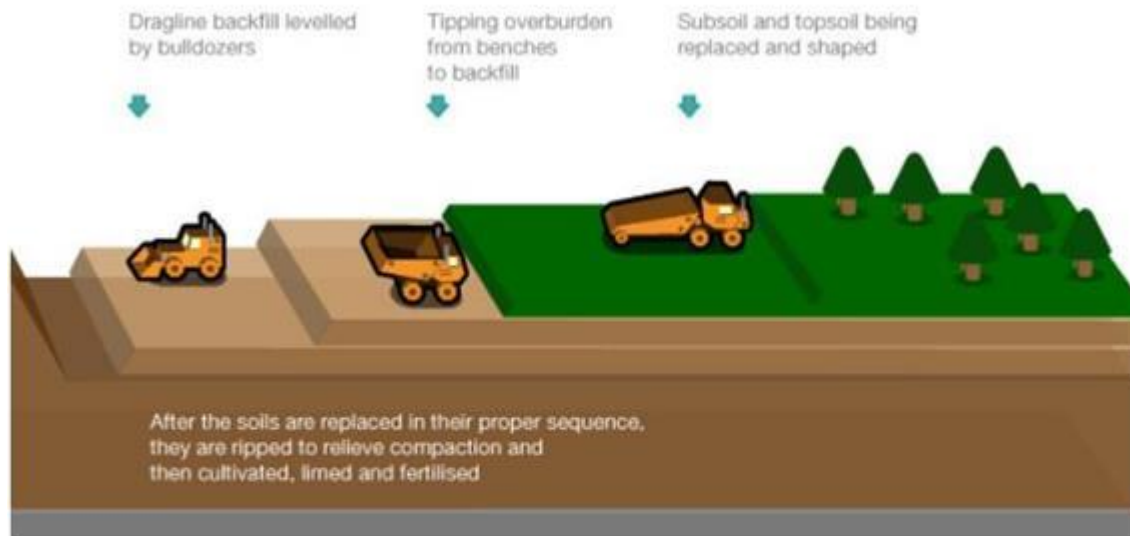
Környezetbarát külszíni szénbányászat modellje

Ez a modell azt jelenti, hogy a külszíni fejtés falfejtés és nem lyuk fejtés. Ahogy halad előre a fejtés, a meddővel „betakarják az addigi területet és a fizikai rekultivációt rögtön követi a biológiai rekultiváció”

## 2.7. ábra - Külszíni szénbányászat kitermelési része



## 2.8. ábra - Külszíni szénbányászat rekultivációs része



### Surface Coal Mining Operations & Mine Rehabilitation

Over 6185 million tonnes (Mt) of hard coal is currently produced worldwide and 1042 Mt of brown coal/lignite. The largest coal producing countries are not confined to one region - the top five hard coal producers are China, the USA, India, Australia and South Africa. Much of global coal production is used in the country in which it was produced; only around 15% of hard coal production is destined for the international coal market.

<http://www.worldcoal.org/coal/coal-mining/>

Filmek a bányászatról

**How Do They Do It\_\_ Coal Mining Video.flv**

<http://www.youtube.com/watch?v=ylkdUuNOJzw>

**Brand new Joy Miner trams underground**

<http://www.youtube.com/watch?v=3ACk065g7ik&NR=1&feature=endscreen>

**Open Pit Coal Mine**

<http://www.youtube.com/watch?v=cWs3FzDIgUA>

**Bingham mine utah Large dump truck hauling copper ore in open pit mine.**

<http://www.youtube.com/watch?v=ZTsYRZtWSRw&feature=related>

**Bingham Canyon Mine (4 perc)**

<http://www.youtube.com/watch?v=2nAk2UHb36w&feature=related>

**Top 10 World Biggest Holes on Earth**

<http://www.youtube.com/watch?v=ioqauAoZwVY&feature=related>

## 2. Kőolaj kitermelés

### 2.1. A kőolaj eredete

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kőolaj>

A **kőolaj** (más néven *ásványolaj*) a Föld szilárd kérgében található természetes eredetű, **élő szervezetek bomlásával, átalakulásával keletkezett ásványi termék**. Fő összetevői **folyékony halmazállapotú szénhidrogének**, de lelőhelyén, annak földrajzi helyzetétől függően oldatban, nyomás alatt **gáznemű**, valamint **szilárd halmazállapotú szénhidrogének** is tartalmazhat kisebb-nagyobb mennyiségben. Mivel a kőolaj ezeknek a vegyületeknek a **komplex elegye**, alkotórészei közé kell sorolnunk a szénhidrogéneknek (a kőolajban kisebb mennyiségben található) számos **kén**nel, **nitrogén**nel, **oxigén**nel (és egyéb kémiai elemekkel) **képzett vegyületeit is**. Ezeken kívül vizet és szilárd ásványi szennyezőanyagokat is tartalmaz.

A kőolaj szerves eredetű ásványi nyersanyag: elhalt tengeri (növényi és állati) *egysejtű élőlények, plankton anaerob (levegőtől elzárt) bomlásterméke*. A **biogén** eredet elméletét a következő tények támasztják alá:

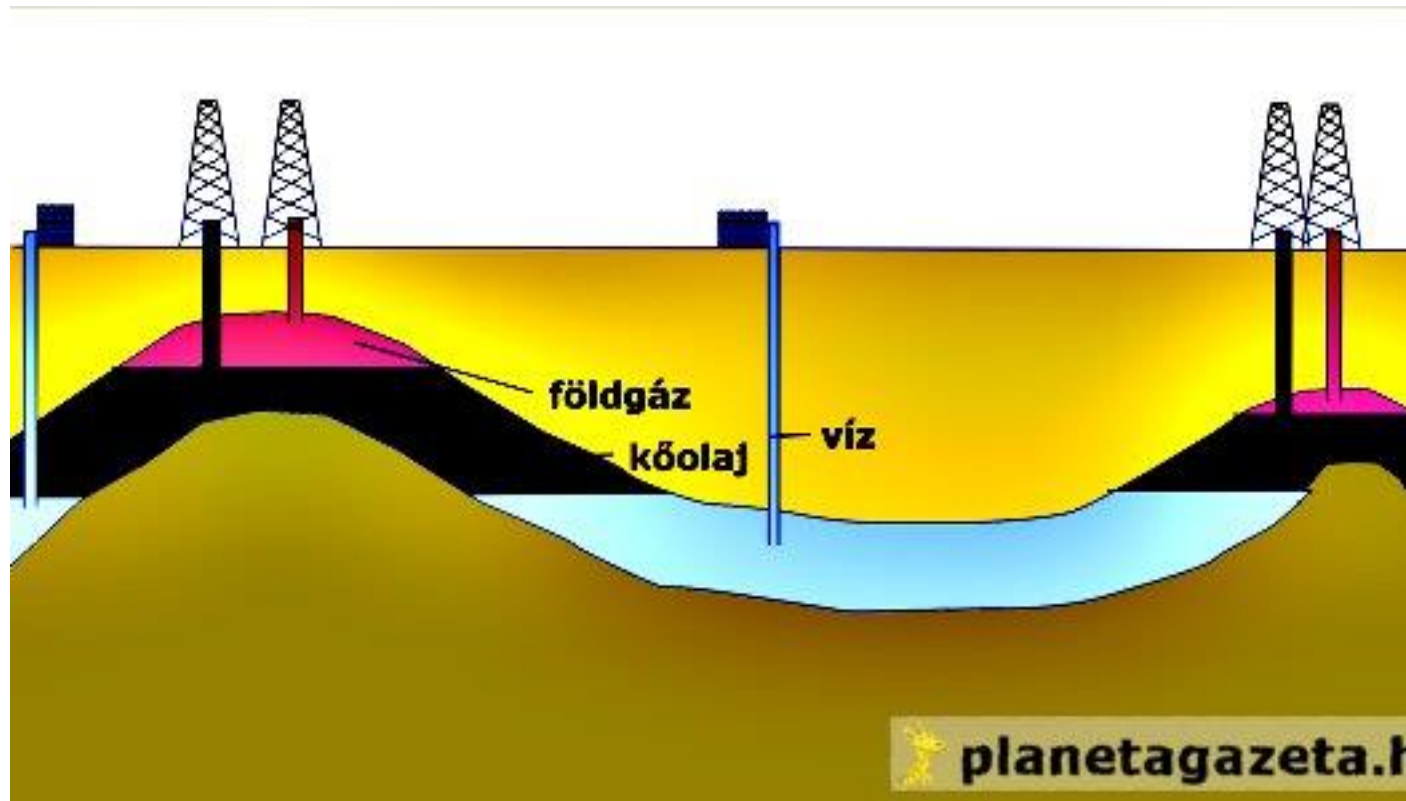
1. A kőolaj ugyanazokat az elemeket tartalmazza (például szén, hidrogén, oxigén, nitrogén, kén, foszfor), mint amiket a szerves vegyületek és élőlények. Viszont ezeket az elemeket más-más arányban tartalmazzák a szerves anyagok és a kőolaj.
2. Azonos a nyomelemek, illetve a szén izotópjainak koncentrációja.
3. A kőolajban elhalt élőlények maradványait találhatjuk meg.

## 2.2. A kőolajcsapda

A kőolaj a **kőolajcsapdának** nevezett, nem áteresztő kőzetek között halmozódott föl. Ez a likacsos, repedezett kőzetben lehet homok, szemcsés mészkő, vagy dolomit. Ezek a helyek a szárazföldi táblák **mozdulatlan, hatalmas üledékrétegeiben, hegységrendszerek üledékes előtereiben vannak**.

A **kőolaj felhalmozódásához** egy megfelelő geológiai alakzat szükséges, amelyben egy **nagy permeabilitású** (áteresztőképes) **kőzet** (felette) egy **nem áteresztő réteg határol**. Ennek a kőzetnek, ahhoz, hogy az olaj ne vándorolhasson tovább valamelyest **dóm alakúnak** (antiklinárisnak) kell lennie. Az ilyen megfelelő geológiai alakzatot **kőolajcsapdának** nevezik.

### 2.9. ábra - Hagyományos földgáz, kőolaj és termálvíz „eloszlás”



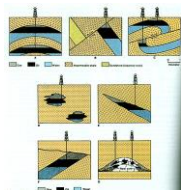
<http://fold1.ftt.uni-miskolc.hu/~foldshe/telep07.htm>



[http://planetagazeta.hu/2011/08/palagaz\\_kutatas\\_csehországban.php](http://planetagazeta.hu/2011/08/palagaz_kutatas_csehországban.php)

A nagy permeabilitású, porózus, likacsos és repedezett kőzet lehet **homok, szemcsés mészkő**, vagy **dolomit**, és a kőzet annál alkalmasabb a kőolaj tárolására, minél repedezettebb, lukacsosabb. A csapdában általában az **olajtartalmú réteg alatt egy vizet, felette pedig egy gázt tartalmazó réteg** is található, úgy hogy sokszor a fúrás helyének megválasztásától függ, hogy az eredmény víz, olaj, vagy gáz.

## 2.10. ábra - Gáz, olaj és víz csapdák különböző kőzet formációk esetében.



<http://astro.u-szeged.hu/szakdolgozati/vegiandras/felhasznalas/asvanyi.html>

Egy szénhidrogénmező kialakulásának ideje **1-2 millió év**. Az üledékréteg vastagságának el kell érnie a 600-700 métert. Az **üledékképződés** a Földön rendkívül egyenlőtlenül oszlott meg, így a legszélesebb körben a mai földrészek kialakulása idején fellépő lemeztektonikai mozgások alkalmával a földtörténeti középkorban az **egykori Tethys-óceán területén** folyt le. Ez a terület magában foglalta a **mai Texas, Venezuela, Karib-tenger, Közel-Kelet, Kaszpi-tenger, Közép-Ázsia, Dél-Kína, Indokína és Indonézia** vidékeit. Ezeken a területeken lelhető föl a Föld kőolajkészletének 70 %-a. Legnagyobb előfordulási mélység 15 km.

Megkülönböztetünk **Ural, Brent, Dubai Light, Bonny Light, West Texas Intermediate (WTI)** típusú kőolajat származási helyre való utalás szerint (amely utal a minőség jellegére is). Az **OPEC államokon** kívül jelentős szénhidrogén termelő ország: Norvégia, Nagy-Britannia, Mexikó, Egyesült Államok, Oroszország, Üzbegisztán, Grúzia, Örményország, Kazahsztán.

## 2.3. A kitermelés különböző kőzettani rétegekből és annak különböző fázisai

### 2.3.1. A furólyukakon keresztül termelik ki a gázokat, könnyű- és nehézolajokat.

**Másodlagos, harmadlagos kitermelési technológiákkal** ma már a korábban kimerültnek minősített kutakból eredményes termelést folytatnak. (mélyszivattyúzás, rétegreprezstések, irányított ferde fúrások, inert gázok vagy víz besajtolás stb.) Felismerték azt is hogy a kezdetben csak a termelést elősegítő gázok hasznosításának igénye növekszik, kifejezetten gázok kinyerésére szolgáló kutak kiépítésére, cseppfolyósítására dolgoztak ki módszereket a könnyebb szállíthatóság érdekében, fejlesztették a csővezetékes továbbítást, az átmeneti földalatti tárolást, a készletezést és a kőolaj feldolgozását.

### 2.3.2. Víz alatti kitermelési módszerek

Nagy előrelépést jelentett a **víz alatti kitermelési módszerek**, eljárások fejlesztése, mely kezdetben a kontinentális talpazatokból (self) tette lehetővé a kutatást és a termelést, de ma már a mélytengeri alkalmazás is lehetővé vált, mesterséges szigetek, platformok alkalmazásával.

### 2.3.3. A szilárd fázisokhoz kötött olajhomok és olajpala kitermelése

A **szilárd fázisokhoz kötött olajhomok és olajpala kitermelése** is megkezdődött. Ekkor a kitermelt kőzettömegből az olajfészeségeket leválasztják, de hasznosítják, mint tüzelőanyagot is villamos erőművekben.

## 2.4. Kőolaj bányászata szárazföldön

### 2.4.1. Fúróberendezések

Az első ipari szintű olajfúró-berendezések, ütvefúró rendszerűek voltak. Ezt később felváltotta a **rotációs rendszerű fúró**. Ebben a fúrófej nem a lezuhanásával aprítja össze a kőzetet, hanem a **felszínről a fúrószár**

A köölaj kitermeléshez szükséges kutakat a szárazföldön **fűrőtoronynak nevezett** berendezéssel fúrják ki. Ezeket nagyméretű tehervontatmányként juttatják el a kívánt helyre. Ahol végül felállítják, ott először is elő kell készíteni a terepet. Kívágni a felesleges növényzetet, elegyengetni a területet, kiásni a tároló gödröket.

### 2.11. ábra - Egy korszerű, kőolaj kitermelésre készített fúrótorony felépítése



Created by XMLmind XSL-FO Converter.



<http://www.geocaching.hu/caches.geo?id=3430>



**2.13. ábra - Fúrófejek**



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Fájl:Fúrószerszám1.JPG>

A világ jelenlegi (2008. februári a legutolsó rekord) legmélyebb fúrású olajkútja az orosz Távol-Keleten van, a Szahalin-szigeten, a mélysége 11680 méter, neve Z-12, s az Exxon orosz leányvállalata, az Exxon Neftegas a tulajdonos (az előző rekordot, 11.282 méterrel is itt állították be a Z-11-es kúttal.). Jellemző a modern olajiparra az ilyen szélsőség, az egyre nehezebben hozzáférhető és kitermelhető olajra is szükség van.

### 2.4.3. Mocsári fúróegységek

Ezek általában **sekély merülésűhajótestre fixen felépített fúrótoronyok**. Mozgatásuk vagy saját motorral, vagy vontatóhajóval történik. Ha elérték a kijelölt területet, akkor leengedik a mederre a mozgatható lábaikat, és kiemelik a vízből az egész szerkezetet. Innentől kezdve a működése megegyezik a szárazföldi fúrótoronnyal, kivéve hogy az utánpótlást, illetve a személyzetet hajón szállítják.

## 2.5. Szállítás

Mivel a kőolaj csak akkor ér valamit, ha megfelelő módszerekkel feldolgozzák, ezért a lelőhelyektől el kell szállítani a kitermelt olajat a **finomítóba**. Az ideális persze az lenne, ha közvetlenül a lelőhelyen finomítanánk a kőolajat, és a már feldolgozott olajszármazékokat szállítanánk el. Ez azonban nem mindig a megfelelő megoldás. A lelőhelyek körüli népcsoportok sokszor megpróbálják hatalmukba keríteni a lelőhely körüli infrastruktúrákat, hogy saját hasznukra termeljék ki az olajat.

### 2.5.1. Csővezetékek és szivattyúállomások

A csővezetékes szállítás az egyetlen olyan gazdaságos módszer, mellyel nagy mennyiségben lehet olajat és földgázt szállítani a szárazföldön. A vasúttal szemben alacsonyabb az egységre eső költsége és nagyobb a kapacitása. Hátránya, hogy a kiépített infrastruktúra nem mozgatható, és csak nagyobb mennyiségnél rentábilis. Nagyobb távolságok áthidalására megfelelő távolságonként szivattyúállomásokat kell telepíteni a csővezetékekhez. Bár a tenger alatt is lehet csővezeték kiépíteni, ez mind gazdaságilag, mind pedig műszakilag nagy igényeket támaszt, így a tengeren az olaj többségét olajtankerekkel szállítják.

#### Olajvezetékek műszaki jellemzése.

Az **olajvezetékek 30-120 cm közötti átmérőjű acél vagy műanyag csövekből vannak összeállítva**. Lehetőség szerint a föld fölé telepítik őket. Ennek ellenére a fejlettebb, városi, vagy környezeti szempontból érzékeny területeken általában a föld alá 1 méteres mélységbe ágyazzák őket. Az olajat a vezeték mentén felállított **szivattyúállomások** tartják mozgásban. Az **átlagos folyási sebesség 1-6 m/s**.

Egy példa a nagyobb csővezetékekre a **Transzalaszkai Csővezeték** (Trans-Alaska Pipeline System), amely egy Alaszkát észak-déli irányban átszelő, 1286 km hosszú kőolajvezeték. A Prudhoe-öböl partján lévő lelőhelyeket összeköti az Alaszkai-öbölben lévő jégmentes kikötővel, Valdezdel. A szállítás egyetlen lehetséges módjának egy olajvezeték látszott. Az építkezést különösen nehézé tette, hogy az útvonal három hegységen és számos folyón vezet át. Az állandóan fagyott talaj miatt a csövek felét nem lehetett a földbe ásní. Egyes szakaszokon az



olaj hőjét szétoszlato berendezések találhatók, hogy a fagyott talaj ne olvadjasson fel, s így a vezeték ne süllyedhessen meg. A vezeték építése **1975-től 1977-ig tartott**. Az olaj szállítása 1977. június 20-án indult. Azóta több mint 13 milliárd barrel (2 km<sup>3</sup>) jutott el délre, a legtöbb 1988-ban: naponta 2,1 millió barrel (330 000 m<sup>3</sup>).

A magyarországi szempontból sokkal fontosabb a Barátság kőolajvezeték, amely a világ leghosszabb olajvezetéke.

#### 2.14. ábra - Transz Alaszkai kőolajvezeték egy szakasza



<http://nepszava.com/2011/03/amerika/kitoloncoltak-az-alaszkai-merenylot.html>

#### 2.15. ábra - A Barátság kőolajvezeték egy szakasza



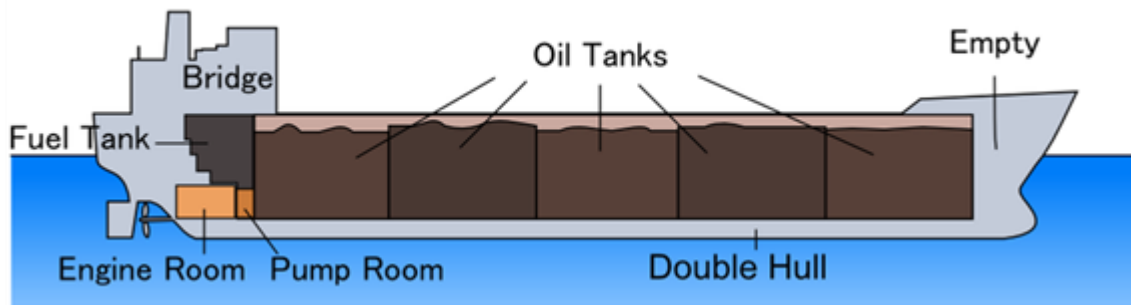
<http://www.okotudat.hu/index.php?p=hirek&id=1618>

#### 2.5.2. Tartályhajók

A kitermelt kőolaj, földgáz tört része kerül a helyszínen felhasználásra. A kőolajat valamelyik ország kőolaj-finomítójába kell elszállítani. A szállítási módok közül az óriási **tankhajókkal** (200 000 – 400 000 tonna)

történő tengeri szállítás a legolcsóbb. A kőolajszállításához speciális, rekeszes tartályokat kell beépíteni. A földgáz szállítására hűtőhajókat kell használni. A földgáz (fő komponense a metán) légköri nyomáson cseppfolyósítható, ha  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletre hűtik (liquid natural gas – LNG), ezzel fajlagos térfogata 600-ad részére csökken. Folyami szállításakor az uszályok befogadóképessége 500 és 2000 tonna körül mozog.

### 2.16. ábra - Olaj tanker oldalnézet



[http://en.wikipedia.org/wiki/Oil\\_tanker](http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_tanker); [http://en.wikipedia.org/wiki/TI\\_class\\_supertanker](http://en.wikipedia.org/wiki/TI_class_supertanker)

Tengerparti terminálra példa a valdezi (Alaszka) kikötő. 1977. augusztusa óta működik, azóta mintegy 16 ezer tanker fordult meg ott. A kőolaj kutaktól ide futó csővezeték átmérője 1,22 méter, a 12 szivattyúállomáson 4-4 szivattyú található, az olaj több mint 9,5 km/órás sebességgel folyik ide. A csővezeték állapotát naponta többször ellenőrzik a levegőből.

### 2.17. ábra - Maran Tankers 275 ezer tonnás olajszállító



<http://www.honvedelem.hu/cikk/17410>

### 2.18. ábra - Exxon-Valdez terminál Alaszka





A tankhajóval történő szállításhoz képest négyszer többbe kerül a **csővezetékes szállítás**. A csővezetékes szállítás költségének több, mint négyszerese a **vasúti szállítás** költsége, míg a vasúti szállításhoz képest közel négyszerese a **közúti szállítás**.

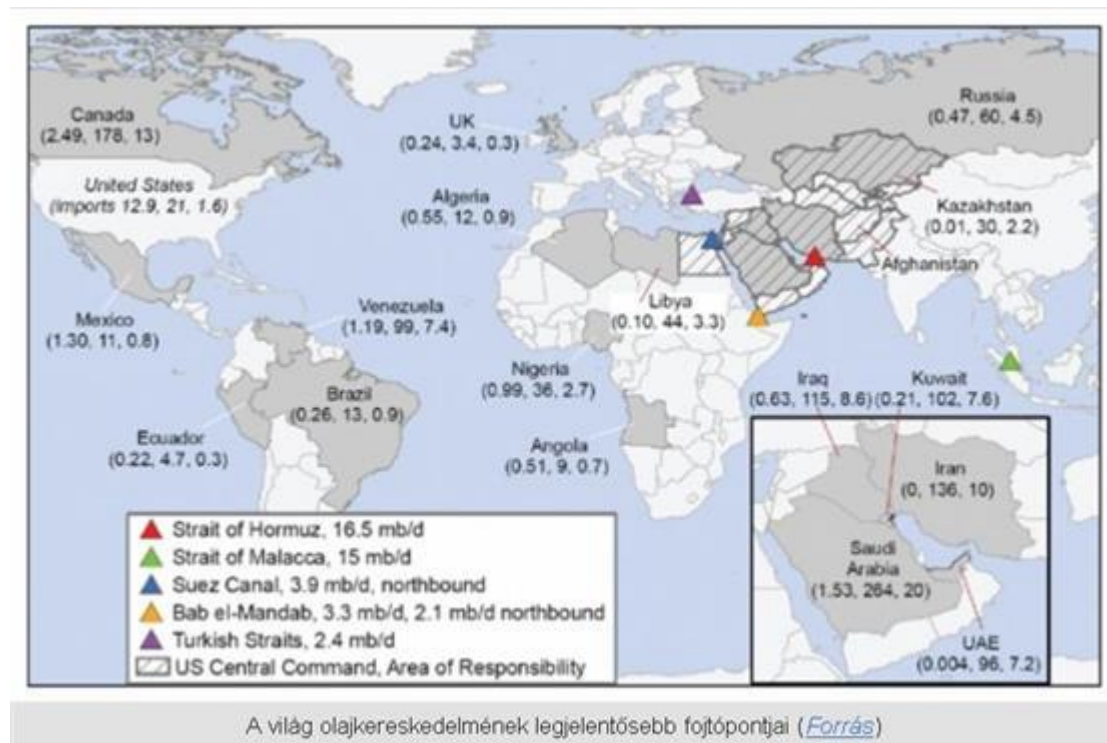
## 2.19. ábra - Az egész világra kiterjedő nyersolajszállítás 2003-ban



3. Táblázat. Három tengerszoros a tengeri olajszállítás útvonalán (Forrás: IEA, CSIS)

| Export-áramlási terület | Részesedés a globális olajkeresletből |        |
|-------------------------|---------------------------------------|--------|
|                         | 2004                                  | 2030   |
| Hormuzi-szoros          | 21,2 %                                | 28,1 % |
| Malaka-szoros           | 15,8 %                                | 23,7 % |
| Szuezi-csatorna         | 4,7 %                                 | 4,8 %  |

## 2.20. ábra - A világ olajkereskedelmének legjelentősebb fojtópontjai (tengeri szorosok)



[http://kitekinto.hu/amerika/2011/02/08/washington\\_legrossabb\\_remalma\\_kisert\\_kairoban/](http://kitekinto.hu/amerika/2011/02/08/washington_legrossabb_remalma_kisert_kairoban/)

### 2.5.3. Tartálykocsik

Kisebb, pár tonnás mennyiségek szállítására alkalmas, közúti vagy vasúti járművek. A vasúti szállítás gazdaságosabb, és egyszerre nagyobb mennyiséget is el lehet szállítani ezzel a módszerrel.

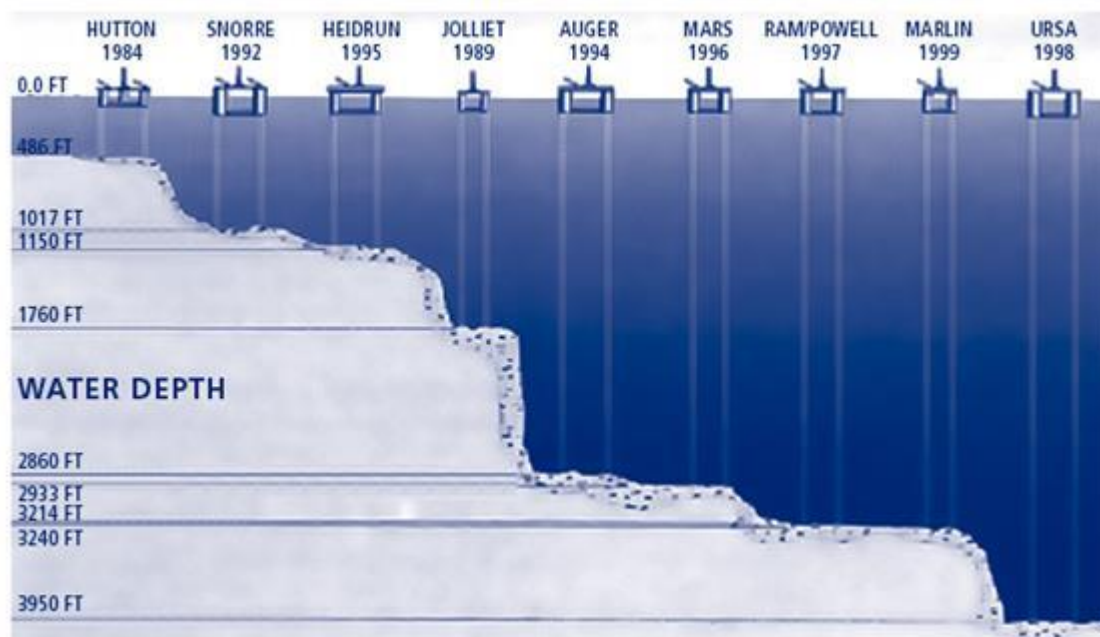
## 2.6. Kőolajbányászat mélytengeri területeken

### 2.6.1. Fúróhajók

A mocsári fűrőegységhez hasonló módon, de **mélytengeri hajóba épített fűrőegység**. Az utánpótlás, ha kell, akkor hajón érkezik. Mivel a fúróhajó igen nagy készleteket képes tárolni, az utánpótlásra ritkán van szükség. Fúróhajóval általában az **előzetes tengeralatti kutató és próbafúrásokat végzik el**, illetve a nagyobb mélységekben is képesek olajkutat felállítani.

## 2.21. ábra - Mélytengeri olajbányászat alakulása





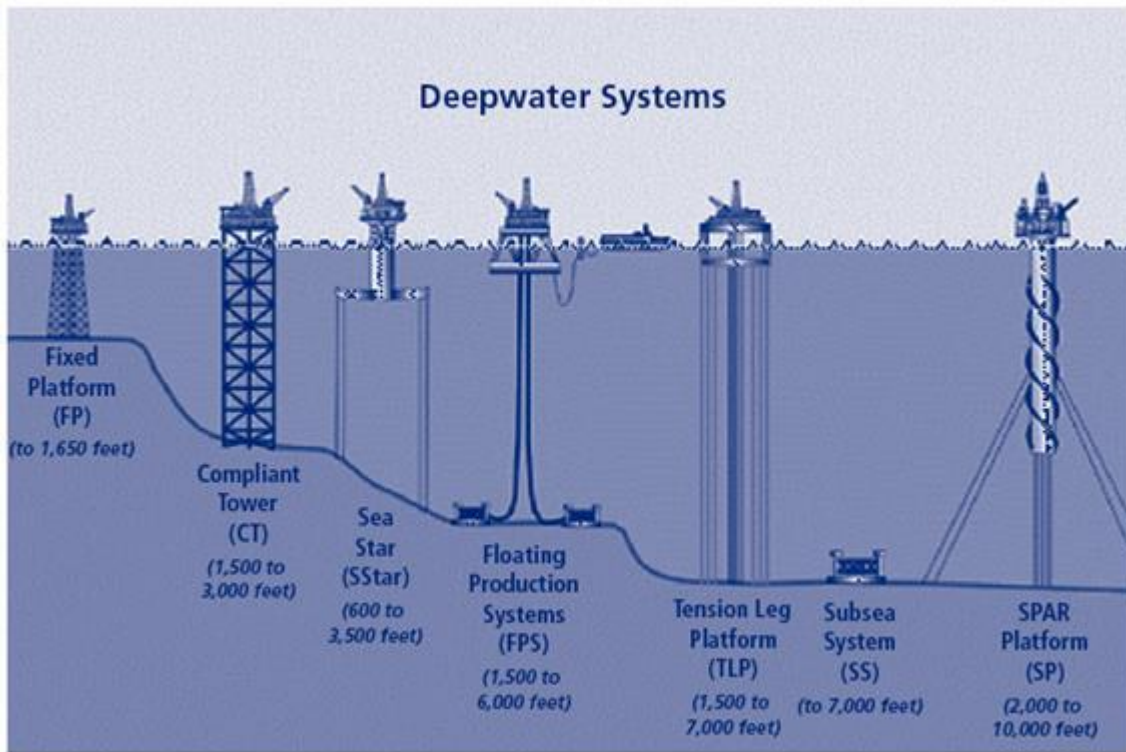
## 2.6.2. Mélytengeri olajkitermelő rendszerek

<http://cenviroment.blogspot.hu/2010/06/deepwater-development-systems-in-gulf.html>

| Megnevezés                  | Jel   | Megnevezés magyarul                       | Tengerfenék mélysége (m) |
|-----------------------------|-------|-------------------------------------------|--------------------------|
| Fixed Platform              | FP    | Fémszerkezetre rögzített fúrótorony       | 500-550                  |
| Compliant Tower             | CT    | Fémszerkezetre rögzített fúrótorony       | 500-650                  |
| Sea Star                    | SStar | Vasbeton szerkezetre rögzített fúrótorony | 200-850                  |
| Floating Production Systems | FPS   | Úszó bolyákra szerelt fúrótorony          | 200-250                  |
| Tension Leg Platform        | TLP   | Feszített lábas                           | 500-650                  |
| Subsea System               | SS    | Tengeralatti kitermelés                   | 2500-ig                  |
| SPAR Platform               | SP    | Hengeres tartúszerkezet                   | 6500-3500                |

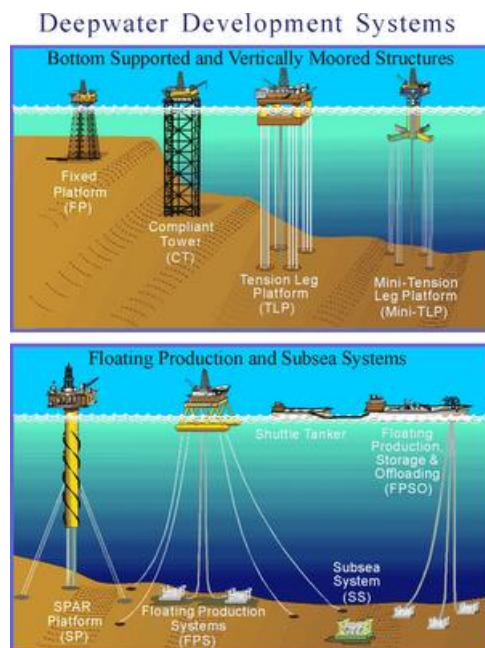
<http://www.atp.nist.gov/eao/grc04-863/chapt4.htm>

## 2.22. ábra - Mélytengeri kitermelő rendszerek



<http://www.oilspillsolutions.org/offshore.htm>

## 2.23. ábra - Mélytengeri kitermelő rendszerek



[http://www.geographic.org/deepwater\\_gulf\\_of\\_mexico/development\\_systems.html](http://www.geographic.org/deepwater_gulf_of_mexico/development_systems.html)

A tengerfenékre támaszkodó **olajkitermelő platform**, **acél, vagy beton lábakon** álló fúróemelvény, amely a hullámverés felett helyezkedik el. Általában a kitermelt olajat **tengeralatti átmeneti tárolótartályokban** tartják, majd olajtankerek szállítják el. Az utánpótlás hajón, a személyzet helikopteren érkezik. A személyzet részére kényelmes elhelyezési körletet építenek fel, hogy a hosszabb munkaciklust el tudják viselni. A fúrószigeteket a **kisebb mélységektől a közepes mélységekig** használják.

## 2.24. ábra - Olajplatform Brazília partjai közelében (P-51 nevű fúrósziget)



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kőolaj>

**2.25. ábra - „Troll A” norvég olajplatform. Áramellátás a szárazföldről**



<http://nol.hu/archivum/archiv-382347>

**2.26. ábra - Kigyulladt olaj fúrótorony ég a Timor-tengeren**

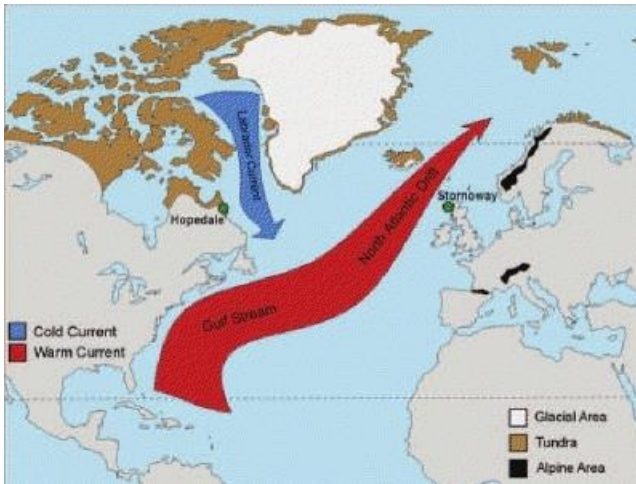




<http://www.katasztrofak.abbcenter.com/?cim=1&id=94406>

Katasztrófák a mélytengeri olaj kitermelések során. 2010. április 20-án a Mexikói öbölben a Deepwater Horizon fúrótorony felrobbant. Ennek, sajnos sokkal nagyobb kihatása van, lesz, mint „csak” a Mexikói öböl. **Az olajkatasztrófa mérete az Öbölnél sokkal messzebbre ér.** Az olaj elérte a Golf-áramlatot, és ennek „segítségével” 18 hónap alatt az olaj a világ minden részére eljuthat. A Golf-áramlat az, ami az Egyesült Királyságot és Európa bizonyos részeit sokkal melegebben tartja, mint földrajzi elhelyezkedésük indokolná.

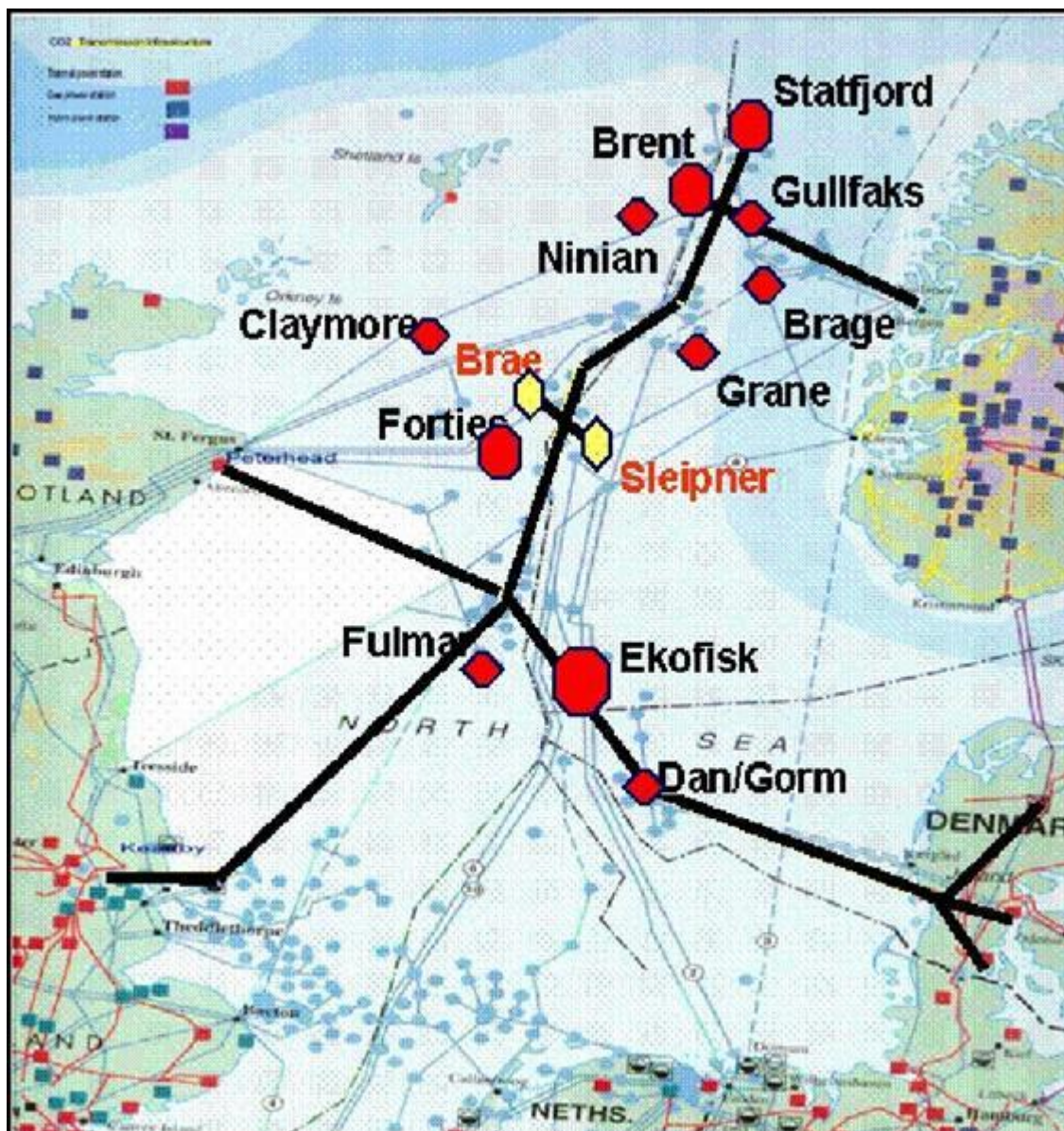
## 2.27. ábra - A Mexikói öbölben bekövetkezett olaj platform (BP) katasztrófájának hatása a Földre



<http://internetfigyelo.wordpress.com/2010/09/09/mindnyajan-a-foldanya-gyermekei-vagyunk-%E2%80%93-egy-katasztrofa-tortenete/>

## 2.28. ábra - Olajkitermelés és ellátás Skócia, Dánia és Norvégia számára





[http://stavangerblog.blogspot.hu/2010\\_07\\_01\\_archive.html](http://stavangerblog.blogspot.hu/2010_07_01_archive.html)

### 2.6.3. Jéghegybiztos fűrésziget

<http://www.sulinet.hu/eletestudomany/archiv/1997/9737/tudvil/sziget/sziget.html>

Az Új-Fundland közelében levő Hibernia kőolajtelep a **tenger felszínétől 80 méternyi mélyen** fekvő tengerfenék alatt **3500 méter mélységig nyúlik**. A tartalékait 650 millió hordányira (80 millió tonnányira) becsülik. Az olajmezőnek egyetlen hibája van: **éppen a grönlandi és a labradori jéghegyek vonulási útjában fekszik**. Ezeknek az óriási jégtömböknek a tömege elérheti a 6 millió tonnát, és csaknem 4 kilométeres óránkénti sebességgel is haladhatnak, mélyen bele-bele szántva a tenger fenekébe, méteres barázdákat hagyva maguk után. A fűrőtornyok sorsát megpecsételheti a találkozás egy ilyen jégheggyel, s erre huszonöt évenként háromszor-négyszer is számítani kell. Ráadásként ezen a területen a tengerfelszín csaknem 1 méter vastag jégtáblák borítják, amelyek ugyancsak veszélyeztetik a fűrőtornyokat.

A kanadai vállalat, a legalább huszonöt éven át folytatható kitermelés érdekében elhatározta, hogy olyan fűrőtornyot épít, amelyet 1,4 méter vastag, 110 méter magas fogazott betongyűrű vesz körül. A gyűrű dupla falai között háromszög alakú, üreges sejtek találhatók, ezeket vasércel töltенék ki, hogy rögzítsék a tornyot a talajhoz, illetve ellenállóbbá tegyék az ütközésekkel szemben. A gyűrű felfogja az ütközést. Az építmény 150

méter magas, 1 millió 300 ezer tonna betont és ballasztanyagot tartalmaz, és 1,3 millió hordó olaj tárolására alkalmas. A fűrószigetet 1990-ben kezdték építeni, a munkát 1998 végére fejezték be.

A Hibernia-mezőtől 35 kilométerre található másik mező kiaknázására merőben újszerű védelemmel ellátott fűrószigetet terveztek 2001-re. A mintegy 400 millió hordónyi kőolajat rejtő mező felett egy, a tengerfenékhez horgonyokkal rögzített, könnyű szerkezet lebeg. Ha jéghegy közeledik, a csörlőként működő tartószerkezet megpróbálja módosítani a sziget helyzetét, s ha ez a művelet nem jár sikerrel, eloldozza a szigetet, hogy a veszély elmúltáig biztonságosabb vizekre sodródhasson.

## 2.29. ábra - Hibernia fűrótorony



<http://www.journalofcommerce.com/article/id30906>



A **Hibernia fúrótornyot** a tenger fenekéhez rögzítik. Jégheggyekkel szemben fogazott fallal (1) védik, üreges sejt szerkezetét vasércel töltik ki (2). A süllyesztőszekrény belsejében négy oszlop tartja a hidat (3). Az egyikben található az olajpumpa rendszer (jobbra), egy másikban vannak a technikai helyiségek és a felvonó (középen). A hídon találhatóak a lakóhelyiségek (4), a fúrótornyok teteje (5), továbbá a kiszökő gázt elégető fáklya (6).

## 2.7. Kőolaj kitermelés Magyarországon

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Szénhidrogén-bányászat\\_Magyarországon](http://hu.wikipedia.org/wiki/Szénhidrogén-bányászat_Magyarországon)

1965-ben Tápé határában a "Vízkutató Vállalat" egy termálkút fúrását kezdte meg. A meleg víz helyett azonban váratlanul kőolaj tört fel. Ugyanakkor Algyőn 2262 méter mélységben a fúrás 24 jelentős földgáz tartalmú réteget tárt fel. Ezeknek következtében **1970-ben az országos termelésből a kőolaj 68 %-át, a földgáz 96 %-át az alföldi területeken termelték ki.** A hazai kitermelés ekkor átlagosan 1,78 millió tonna kőolajat és 2,67 milliárd m<sup>3</sup> földgázt biztosított.

Kezdetben az olajtermelést a természetes rétegnyomást kihasználva végezték. Már 1932-ben szükségessé vált a rétegnyomás fenntartása és fokozása érdekében a gázviszszasajtolás alkalmazása. Ehhez a földgázból le kellett választani a propán és bután gázokat. Ehhez Budafán mosóolajos, Lovásziban aktívszenes gazolintelepeket hoztak létre. A gazolintelepeken előállított "száraz gáz" kompresszorokkal való visszanyomása akkor Európában élvonalbeli technika volt. A rétegnyomások csökkenése miatt egyre több kútnál kellett alkalmazni a mélyszivattyúkat. A **himbás szivattyúkat** kezdetben Romániából és a Szovjetunióból szerezték be, de rövidesen megoldották a hazai gyártást.

### 2.30. ábra - Himbás olajszivattyú az 1970-es évekből valahol Magyarországon



A mélyszivattyúkkal együtt a segédgáz eljárást is alkalmazták szomszédos kutakból átvezetett gázokkal. A nagy viszkozitású olajokat adó kutaknál a felszálló olaj gázzal való fűtését kellett megoldani. Gyakori volt a kutak elviesedése, de alkalmazták a magasnyomású vízzel való elárasztást, mindkét esetben a képződő olajemulzió vegyszeres leválasztására berendezéseket építettek ki. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a porózus kőzetekben nagy olajtartalom marad vissza. Ezért szorgalmazták a szén-dioxid visszanyomását, amihez a szükséges szén-

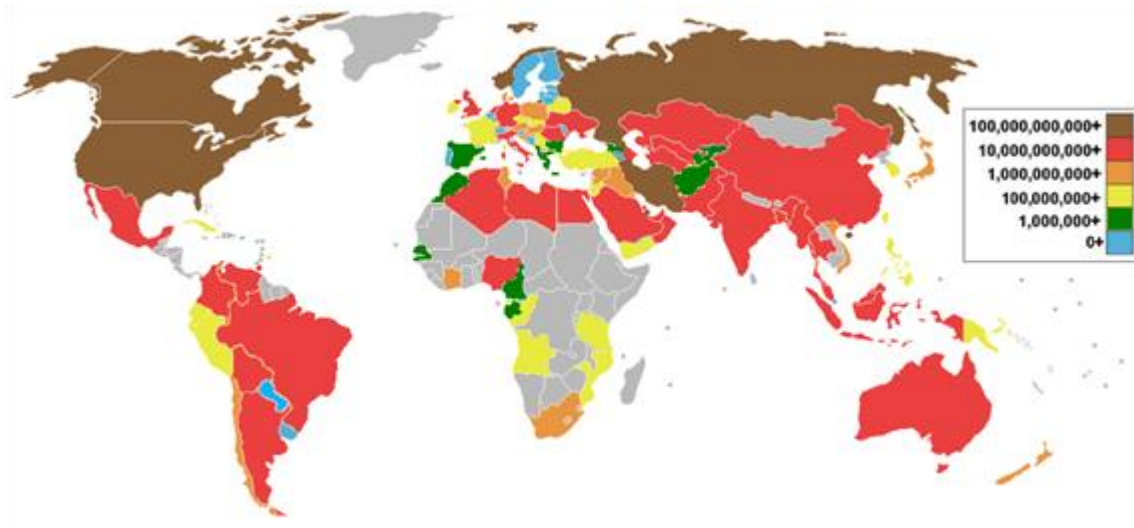
dioxidot az olajtartalmú telepeknél mélyebben elhelyezkedő rétegekből nyerték, ezt az eljárást 1972-ben a Lovászi területén már üzemszerűen alkalmazták. Az alföldi olajtelepek leművelése során is **üzemszerűen alkalmazták a vízbesajtolást és a gázvisszatáplálást** a természetes rétegenergia csökkenése esetén.

1985 után az *I. Petroleum Projeckt* elnevezésű vállalkozás célja elsősorban a nagy mélységű fúrás technológiájának kialakítása, a szükséges eszközök beszerzése és a kísérleti fúrások elvégzése volt. Ezen program keretén belül a következő fúrásokat végezték el:

1. Fábiánsebestyén 4. sz. fúrás 4239 méter mélységig, ahol gőzkitörés következett be.
2. Makó térségében 4170 méterig fúrtak le, ahol szénhidrogén nyomokat találtak.
3. A "Békés-2" elnevezésű fúrás 5500 méter mélységet ért el.
4. Bagamér területén 2900 méter mélységben a vizsgálatok alatt gázt és párlatot termeltek.
5. Az "Alpár-1." jelű fúrást 5305 méter mélységig, a Kiskunhalas-1.sz. fúrását 4505 méterig mélyítették le, de mindkettő meddőnek bizonyult.

### 3. Földgáz kitermelés

#### 2.31. ábra - A földgáz kitermelés a Föld országában



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Földgáz>

#### 2.32. ábra - Nigériai földgáz kitermelő tengeri üzem



<http://kuruc.info/r/4/90468/>

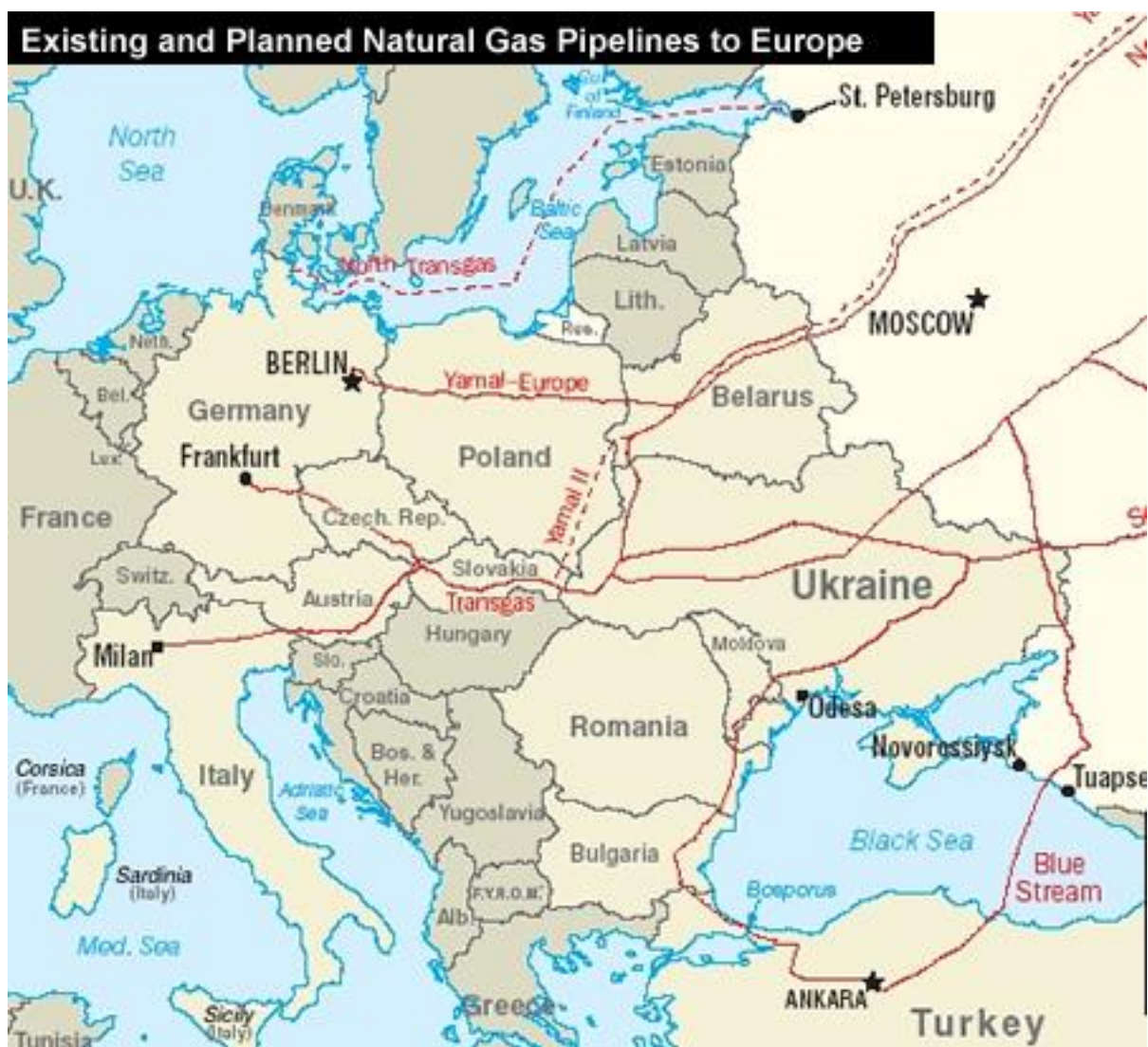
#### 2.33. ábra - Izrael. Tengeri földgáz kitermelés





<http://index.hu/gazdasag/magyar/gazhat090107/>

#### 2.34. ábra - Európa jelenlegi és tervezett gázvezeték hálózata



Nagynyomású gázvezetékek Európa középső része felé

- Oroszországból a Balti tengerben levő vezetéken keresztül Németországba (Északi Áramlat),
- Oroszországból a Fekete tengerben levő vezetéken, Bulgárián, Szerbián, Horvátországon keresztül Olaszországba (Déli Áramlat),
- Iránból, Azerbajdzsánból és Grúziából, Törökországon, Bulgárián, Románián, Magyarországon Ausztrián keresztül Csehországba és Németországba (Nabucco vezeték)
- Oroszországból a Fekete tengerben levő vezetéken, Törökországon, Bulgárián, Szerbián keresztül Horvátországba. (Kék Áramlat)

**2.35. ábra - A tervezett kőolaj és földgáz vezetékek Európa középső részei felé.**



<http://www.origo.hu/gazdasag/hirek/20080519-bataszek-mako-foldgaz-uranium-banyajaradek-energiafuggoseg.html>

Nabucco terv a Nabucco csővezeték hosszát 3.300 km-re, kapacitását 30 millió köbméteres éves szintre tervezik. A projektet irányító cég az osztrák OMV. Az építési munkálatok becsült összege 5 milliárd USD, mely az öt országos földgázcéggel közösen kerül felosztásra. A Nabucco projekt az EU Transz-Európai Energiahálózat program része. Az eredeti tervek szerint 2008-ban kezdték volna építeni és 2011-re készült volna el. (megjegyzés: 2012 novemberében még nem kezdődött el). Ezzel lehetővé válna, hogy a Közép-Keletről, valamint a Kaszpi régióból a vezeték földgázt szállítson Nyugat-Európába, valamint a vezeték menti országokba. Ez az orosz olajtól való függést szeretné csökkenteni.

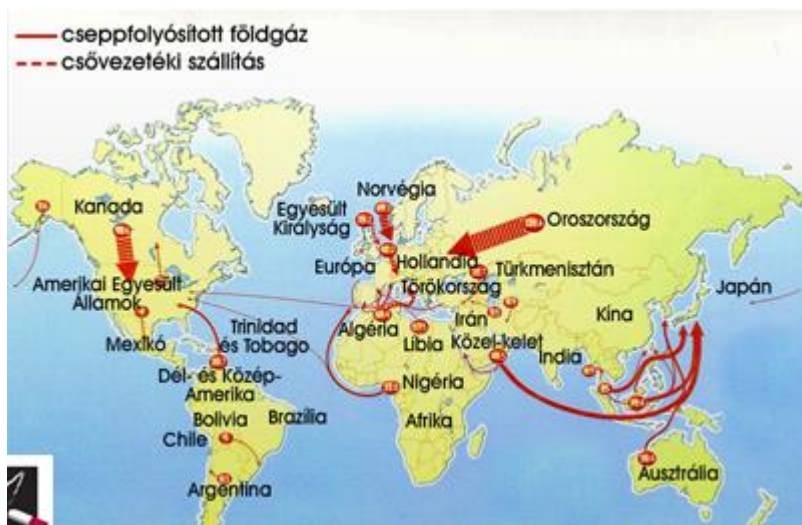
**2.36. ábra - Nabucco csővezeték tervezett útvonala (egyik)**





Az USA **cseppfolyósított földgáz** (LNG – Liquid Natural Gas) exportja egyre jelentősebb. 2008-ban már közel 200 millió köbmétert tett ki.

### 2.37. ábra - Cseppfolyósított földgázszállítás 2003-ban



### 2.38. ábra - Folyékony földgáz (LNG – Liquid Natural Gas) szállítás

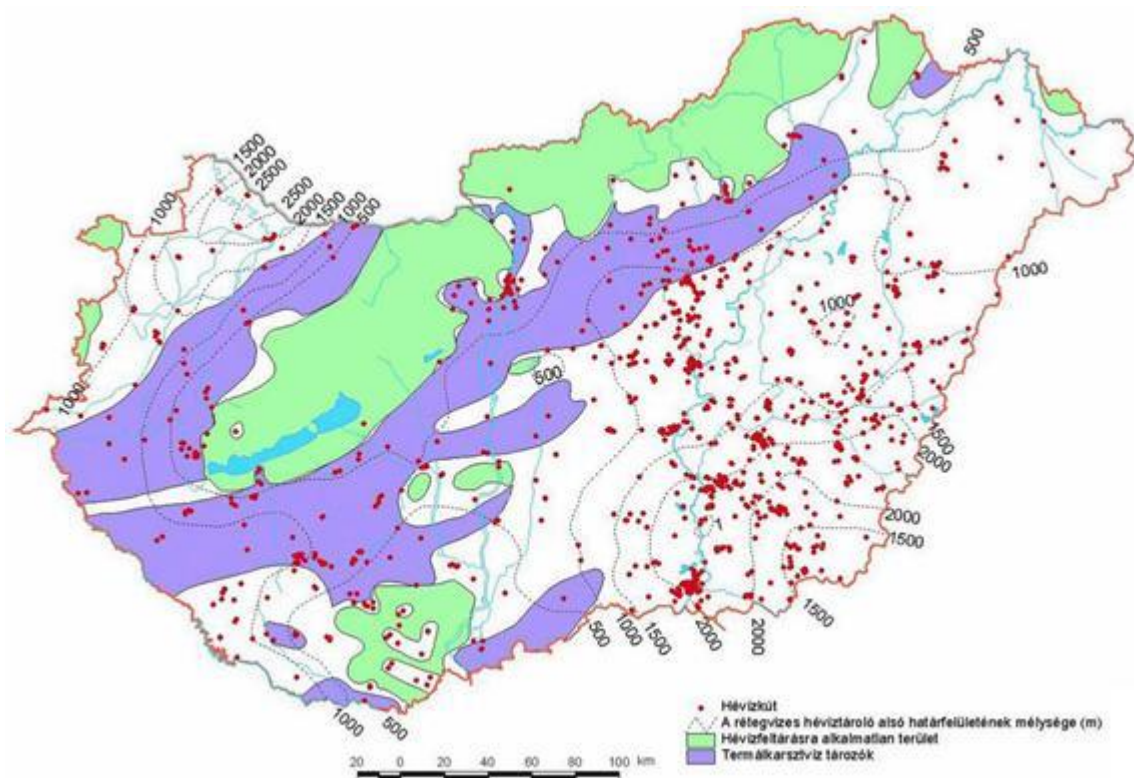


## 4. Termálvíz, ásványvíz kitermelés

A Magyarországon jelenleg működő 850 db 30°C-nál melegebb kifolyó vizű kútból 245-nek (29,4 %), valamint 7 termális karsztforrás-csoportnak a vizét hasznosítjuk fürdőkben és kórházakban csaknem kizárólag **üdülési-idegenforgalmi és balneológiai** célokra, 85 db (10 %) hévízkút pedig többcélú, amelyet a nyári szezonban fürdők vízellátására is használnak. A mintegy 340.000 m<sup>3</sup>/nap évi átlagos hévíztermelésből kb. 140.000 m<sup>3</sup>/nap-ra (41 %-ra) becsülhető a **balneológiai** felhasználás. A hazai fürdőkben felhasznált felszínalatti vízkészlet ennél lényegesen nagyobb, mert

1. a legtöbb termálfürdő hideg-langyos vizű kutakkal, esetleg (mint pl. a Lukács-fürdő) forrásokkal is rendelkezik;
2. a 30 °C-nál hidegebb vizű fürdők üdülési-idegenforgalmi szerepe sem hanyagolható el, hiszen ezek között 3 országos gyógyfürdő (Balf, Balatonfüred, Parádfürdő) és számos nagy forgalmú strandfürdő (Pl. Római-fürdő, Csillaghegy, Kispest, Vác, Esztergom, Tata, Abaliget, Siklós, Kács, Miskolctapolca stb.) is található.

### 2.39. ábra - Ásvány és gyógyvíz lelőhelyek Magyarországon



[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032\\_termeszetvedelem/ch13s07.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_termeszetvedelem/ch13s07.html)

Mivel általában az alacsonyabb hőmérsékletű fürdővizeket is ugyanazokból a tároló kőzetekből csapoljuk, mint a hévizeket, ezért a vízkészlet gazdálkodási és a balneológiai gyakorlatban a 30 °C-os kifolyóvíz-hőmérsékletet határnak nincs akkora jelentősége, mint a direkt fűtés 50 °C-os, vagy a villamosenergia-termelés 100 °C-os minimális vízhőmérsékleti értékeinek a geotermikus energia hasznosításánál.

A fürdők és a kórházak vízellátására közel azonos - 40-45 m<sup>3</sup>/perc - mennyiségű hévíz-hozamot termelünk a **hegységperemi-medencealjzati termálkarsztvíz-tároló** (döntően mezozoós) mészkövekből és dolomitokból, illetve a medencéket kitöltő **pliocén-felsőpannon üledékek homok-homokkő rétegeiből**. Mindkét regionális elterjedésű hévíztároló típusra jellemző, hogy **mennyiségi és minőségi károsodások nélkül csak a tartósan utánpótlódó vízhozam** (az ún. dinamikus víz-, vegyi- és hőkészletük) **hasznosítható**. A szezonális termálfürdők túlnyomó része rétegvíz-bázisú, de néhány termálkarsztos fürdő is idényjellegű (a langyos vizű strandfürdőkön kívül).



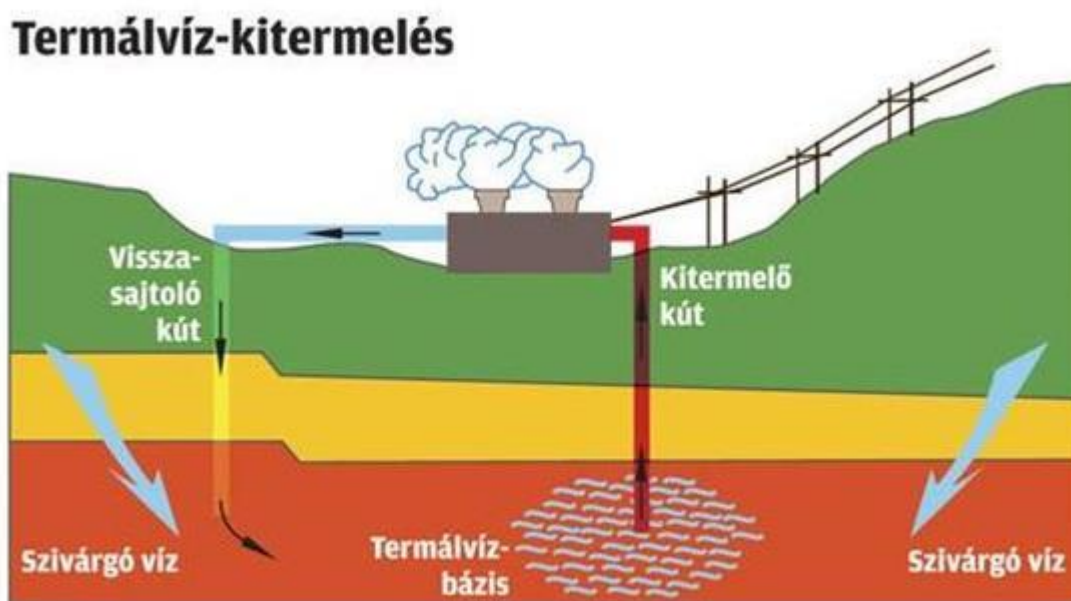
## 5. Geotermikus energia hasznosítása. (mélyfúrás, hidraulikus kőzetrepszés)

„Forró víz” bányászata (geotermia kinyerése)

A termálkútból feltörő vizet **gáztalanítják, ülepítik és sótartalmát részben eltávolítják**, majd a felhasználás helyére szivattyúzzák, a **lehűlt vizet** pedig valamilyen **vízáramba, vízgűjtőbe vezetik**. Amennyiben nincs vízutánpótlás – a termálkutak a rétegenergia csökkenése következtében idővel kevesebb vizet adnak.

A csökkenő víznyomást kompresszorral, bűvárszivattyúval lehet növelni, de nem gazdaságos ez az eljárás. A legjobb megoldást a kitermelt és már lehűlt víz visszasajtolása jelenti, mely mérsékli a mély rétegekben található vízszint csökkenését.

### 2.40. ábra - Termálvíz kitermelés és visszasajtolás sémája



Forrás: Energy & Geoscience Institute / Népszabadság-grafika

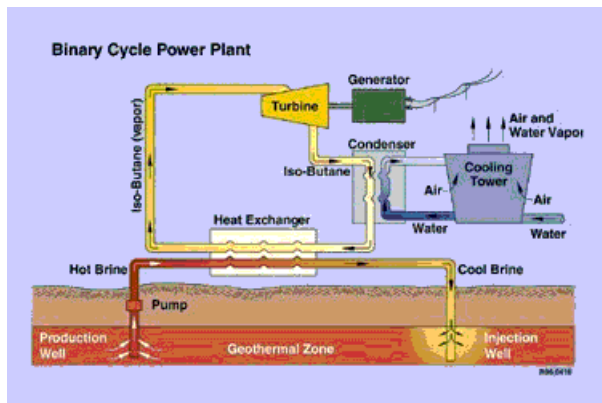
[http://nol.hu/lap/mo/20090703-solyom\\_visszakuldt\\_e\\_a\\_viztorvenyt](http://nol.hu/lap/mo/20090703-solyom_visszakuldt_e_a_viztorvenyt)

Magyarország a Kárpát-medence, mint természetes vízgűjtő terület részeként, évszázadok óta halmozza a vizet a föld mélyén. Az utóbbi években a vízművek által évente kitermelt víz mennyisége 800 millió köbméter körül mozog (230 liter/ember/nap). A felszín alatt, ivóvízellátásra hasznosítható, kőzetekben tárolt víz mintegy 3000 milliárd köbméter. Csak a felszíni vizekből és a csapadékból a talajon keresztül beszivargó víz egy részét használhatjuk fel, mert meg kell hagynunk egy jelentős mennyiséget (aszályos időben sok növény vízigénye meghaladja a csapadékot, a különbséget a talajvízből veszi fel). A hasznosítható készlet évente mintegy 2000 millió köbméter, de ez is jóval nagyobb az ivóvíz céljából kiemelt vízmennyiségnél.

### Geotermális erőmű

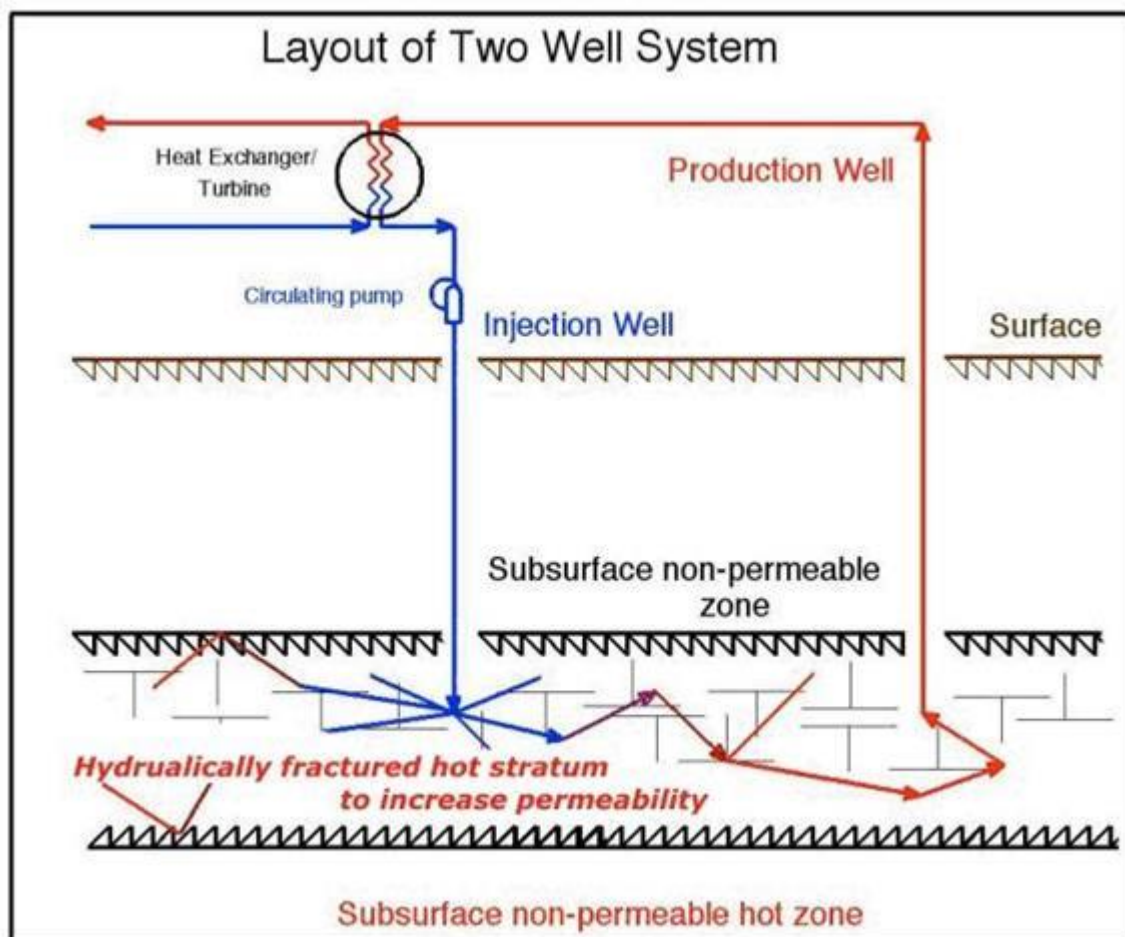
A geotermális erőmű „energiaforrása” a kellő mélységben 3500-4500 méter levő kőzet (gránit) hője (**hidrotermális „forrás”**). Ezen mélységben a hőmérséklet 180-200 oC. Ennek „kinyerésére” adott mélységben meg kell repeszteni (hidraulikusan) az adott kőzetet (Hydraulically fractured hot stratum to increase permeability). Lenyomják a „gőz” fejlesztésére a vizet, és egy másik furaton hozzák azt fel gőz formában. Ez a vízgőz vagy közvetlenül kerül gőzturbinákba, vagy hőcserélőkkel szerves vegyületeket gőzölögtetnek el. Ez az ún. ORC (Organic Rankin Cycle) erőmű munkaközege.

**2.41. ábra - Geotermális két körös erőmű sémája (Geothermal binary cycle power plant)**



<http://smu.edu/newsinfo/releases/07163.asp>

**2.42. ábra - Hidraulikusan repesztett forró kőzet (Hydraulically fractured hot stratum)**



<http://www.perspectivesonglobalissues.com/archives/fall-2009-energy/geothermal/>

<http://www.climatepedia.org/Geothermal-Energy>

## 6. Kérdések

2.1. Sorolja fel, milyen energiahordozók bányászatát különböztetjük meg!

- 2.2. Ismertesse mi az eredete a kőszénnek?
- 2.3. A szénülés során milyen szénformákat különböztetünk meg?
- 2.4. Milyen földtani korokban „keletkeztek” a jelenleg ismert szénlelő helyek?
- 2.5. Hol volt és van külszíni fejtésű szénbánya Magyarországon?
- 2.6. Mennyi volt 2009-ben a fekete kőszén és a barna kőszén éves kitermelése a Földön?
- 2.7. Milyen a „környezetbarát külszíni szénbányászat”?
- 2.8. Mi a bányászott, folyékony és a gáz halmazállapotú szénhidrogének biogén forrása?
- 2.9. Mit nevezünk kőolajcsapdának? Adja meg leírását!
- 2.10. Milyen a földgáz, kőolaj és termálvíz „eloszlása” a közetrétegekben, csapdákban?
- 2.11. Származási hely (minőség) szerint milyen kőolaj formákat különböztetünk meg?
- 2.12. Melyek az OPEC államok és mely további országban van jelentős kőolaj kitermelés még?
- 2.13. Milyen különböző közettani rétegekből és milyen fázisokban történik kőolaj kitermelés?
- 2.14. Ismertesse egy korszerű, kőolaj kitermelésre készített fúrótorony felépítését!
- 2.15. Ismertesse, milyen fűrófejeket alkalmaznak napjainkban a fűróberendezésekben!
- 2.16. Milyen esetben célszerű csővezetéken és milyen esetben tartályhajókkal szállítani a kőolajat?
- 2.17. Milyen fizikai feltételek mellett lehet a földgázt folyékony halmazállapotban szállítani?
- 2.18. Mekkora a napjainkban forgalomban levő tankhajók?
- 2.19. Hol vannak a világ kőolaj kereskedelmének a legjelentősebb fojtópontjai?
- 2.20. Sorolja fel a mélytengeri olajkitermelő rendszereket az elérhető tengerfenék mélység sorrendjében!
- 2.21. Milyen méretű kihatásai lehetnek egy olajkitermelő platformon történt nagyobb katasztrófának (pl. BP Deepwater Horizon 2010)
- 2.22. Mióta és hol folyik jelentős kőolaj és földgáz kitermelés Magyarországon? Hány százalékát fedezi ez az országos fogyasztásunknak 2010-es évek elején?
- 2.23. Sorolja fel a megvalósult és tervezett nagynyomású, Európa középső része felé irányuló gázvezetéseket!
- 2.24. Hány 30°C-nál melegebb kifolyó vizű kutat használunk üdülési-idegenforgalmi és balneológiai célokra?
- 2.25. Nevezze meg a két fő hévíztároló réteg típust!
- 2.26. Sorolja fel a „forró víz” bányászat lépéseit!
- 2.27. Mit jelentenek ezek a kifejezések: hidrotermális forrás, forró közet hidraulikus repesztése?
- 2.28. Ismertesse a geotermális két körös erőmű sémáját!
- 2.29. Milyen anyagokat használnak az ORC erőművek munkaközegnek?
- 2.30. Ismertesse a MOL ZRt helyzetét a magyarországi üzemanyag ellátásban!

## 7. Tesztek

- 2.1. Sorolja fel, milyen energiahordozók bányászatát különböztetjük meg!

- a) Szén-, kőolaj-, földgáz kitermelés
- b) Szénbányászat, kőolaj kitermelés, földgáz kitermelés, termálvíz kitermelés, geotermia „kinyerése”
- c) Szénbányászat, kőolaj kitermelés, földgáz kitermelés,

**2.2. Ismertesse mi az eredete a kőszénnek?**

- a) a kőszén lignitből alakul ki magas nyomáson
- b) a kőszén növényi eredetű, szilárd, éghető üledékes kőzet
- c) a kőszén páfrányokból származik

**2.3. A szénülés során milyen szénformákat különböztetünk meg?**

- a) tőzeg, lignit, barnakőszén, feketekőszén, antracit
- b) barnakőszén, feketekőszén, antracit
- c) külszíni kőszén, mélyművelésű kőszén

**2.4. Milyen földtani korokban „keletkeztek” a jelenleg ismert szénlelő helyek?**

- a) pleisztocén, eocén, miocén, oligocén földtani korokban
- b) devon, karbon, júra földtani korokban
- c) devon, karbon, eocén, miocén, oligocén földtani korokban

**2.5. Hol volt és van külszíni fejtésű szénbánya Magyarországon?**

- a) Karolina és a meszesi külfejtés Pécestől keletre bezárt, lignitbánya Visontán, Bükkábrányban működő
- b) Karolina külfejtés Pécestől keletre és a lignitbánya Visontánbezárt, Meszesen és Bükkábrányban működik
- c) Karolina külfejtés Pécestől keletre újra indult, lignitbánya Visontán, Bükkábrányban működik

**2.6. Mennyi volt 2009-ben a fekete kőszén és a barna kőszén éves kitermelése a Földön?**

- a) fekete kőszén 7 000 Mt/év volt., barnakőszén és a lignit 1 000 Mt volt
- b) fekete kőszén 5 500 Mt/év volt., barnakőszén és a lignit 1 800 Mt volt
- c) fekete kőszén 11 000 Mt/év volt., barnakőszén és a lignit 3 000 Mt volt

**2.7. Milyen a „környezetbarát külszíni szénbányászat”?**

- a) a külszíni fejtés fal fejtés és a meddővel „betakarják” az addig lefejtett területet és a fizikai rekultivációt rögtön követi a biológiai rekultiváció.
- b) a külszíni fejtés lyuk fejtés és ameddővel rögtön tömedékelik a lyukakat, hogy a víz ne tudjon betörni
- c) a külszíni fejtés fal fejtés és rögtön elvégzik a biológiai rekultivációt.

**2.8. Mi a bányászott, folyékony és a gáz halmazállapotú szénhidrogéneknek biogén forrása?**

- a) elhalt tengeri (növényi és állati) egysejtű élőlények, plankton aerob bomlásterméke.
- b) elhalt tengeri (növényi és állati) egysejtű élőlények, plankton anaerob bomlásterméke.
- c) elhalt tengeri halak anaerob bomlásterméke.

**2.9. Mit nevezünk kőolajcsapdának?**



- a) nem áteresztő kőzetek közötti klináris geológiai alakzat
- b) nem áteresztő kőzetek közötti mély medence, ezért belefolyt a kőolaj
- c) nem áteresztő kőzetek közötti dóm alakú, megfelelő geológiai alakzat

**2.10. Milyen a földgáz, kőolaj és termálvíz „eloszlása” a kőzetrétegekben, csapdákbán?**

- a) alul van a víz, fölötté a felszínen kőolajként viselkedő frakció és efölött cseppfolyós halmazállapotban a PB komponensek legfölül a metán
- b) alul van a víz, benne feloldva a földgáz komponensek, ezekre rétegződik a kőolaj
- c) alul van a kőolaj, felette a víz és efölött a négy legkisebb szénatom számú szénhidrogén

**2.11 Származási hely (minőség) szerint milyen kőolaj formákat különböztetünk meg?**

- a) OPEC szerkezetű, norvég, szaúd-arábiai, orosz, üzbég, grúz, örmény, kazah, dél-kínai
- b) Ural, Brent, Dubai Light, Bonny Light, West Texas Intermediate
- c) Texasi, venezuelai, karib-tengeri, közel-keleti, kaszpi-tengeri, közép-ázsiai, indonéziai

**2.12. Melyek az OPEC államok?**

- a) Szaúd-Arábia, Egyesült Arab Emírségek, Irán, Irak, Kuvait, Líbia,
- b) Algéria, Angola, Indonézia, Szaúd-Arábia, Egyesült Arab Emírségek, Venezuela Ecuador
- c) Algéria, Angola, Indonézia, Irán, Irak, Kuvait, Líbia, Nigéria, Katar, Szaúd-Arábia, Egyesült Arab Emírségek, Venezuela Ecuador.

**2.13. Milyen fázisokban történik kőolaj kitermelés?**

- a) Elsődleges, másodlagos, harmadlagos kitermelési technológiák
- b) A fázisok: mélyszivattyúzás, rétegrepestés, irányított ferde fúrás,
- c) Szárazföldi kitermelés, víz alatti kitermelés, szilárd fázisú kitermelés

**2.14. Ismertesse egy korszerű, kőolaj kitermelésre készített fúrótorony felépítését!**

- a) Kitörésgátló, meghajtó motorok, iszapszivattyú, forgató asztal, öblítőfej, fúrócső rakatok, mozgó csigasor, korona csigasor
- b) Kitörésgátló, meghajtó motorok, kőolajszivattyú, emelődaru, torony, csörlő, beléscsőtárolót, fúrószártároló, aggregátorok, zagyszivattyúk.
- c) Kitörésgátló, meghajtó motorok, kőolajszivattyú, öblítőfej, fúrócső rakatok, mozgó csigasor, korona csigasor

**2.15. Ismertesse, milyen fúrófejeket alkalmaznak napjainkban a fúróberendezésekben!**

- a) csigafúró, laposfúró, központfúró
- b) görgős és gyémánt fúrók
- c) fúrószár, fúrócsonk, fúrófejek

**2.16. Milyen esetben célszerű csővezetéken és milyen esetben tartályhajókkal szállítani a kőolajat?**

- a) csővezetéken mindenhová a legolcsóbb szállítani
- b) csővezetéken célszerű szárazföldön, tartályhajókkal kell kontinensek között szállítani

c) csővezetéken kell a tenger mélyén szállítani, tartályhajókkal pedig a folyókon

**2.17. Milyen fizikai feltételek mellett lehet a földgázt folyékony halmazállapotban szállítani?**

a) akkor lehet a földgázt folyékony halmazállapotban szállítani, ha elég tiszta

b) a metán légköri nyomáson cseppfolyósítható, ha  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletre van lehűtve, de a szállításhoz 52 bar nyomást kell biztosítani

c) a földgáz nem cseppfolyósítható, mert fő komponense a metán

**2.18. Mekkora a napjainkban forgalomban levő tankhajók?**

a) a teherrel megrakott hajók vízkiszorítása 150 000 tonnára van korlátozva, ez 16 m-es merülési mélységet tesz lehetővé

b) a legnagyobb teherrel megrakott hajók vízkiszorítása 400 000 tonna körüli, ami 23 m-es merülési mélységet tesz lehetővé

c) a teherrel megrakott hajók vízkiszorítása 200 000 tonnára és 40 méter szélességre van korlátozva, mivel ennél nagyobb hajó nem tud áthaladni a Szezi-csatornán.

**2.19. Hol vannak a világ kőolaj kereskedelmének a legjelentősebb fojtópontjai?**

a) Panama-csatorna, Szezi-csatorna, Boszporusz, Bab-el Mandab szoros,

b) Panama-csatorna, Szezi-csatorna, Korinthoszi csatorna

c) Hormuzi-szoros, Malacca szoros, Szezi-csatorna, Bab-el Mandab szoros, Boszporusz

**2.20. Sorolja fel a mélytengeri olajkitermelő rendszereket az elérhető tengerfenék mélység sorrendjében!**

a) Tengeralatti kitermelést végző robotok, hengeres tartó szerkezet, feszített lábas fűrőtorony,

b) Fémszerkezetre rögzített, vasbeton szerkezetre rögzített, feszített lábas fűrőtorony, tengeralatti kitermelés, hengeres tartó szerkezet.

c) Úszó bolyákra szerelt fűrőtorony, feszített lábas fűrőtorony,

**2.21. Milyen méretű kihatásai lehetnek egy olajkitermelő platformon történt nagyobb katasztrófának (pl. BP Deepwater Horizon 2010)**

a) Akadályozta a hajózást

b) Naponta 15.9 millió liter olaj ömlött a tengerbe, Corexit 9500 és Corexit 9527A oldószerrel „hígították a kőolajat”, mindez bejutott a Golf áramlatba

c) semmilyen, minden rendbehozható

**2.22. A Magyarországon folyó kőolaj kitermelés hány százalékat fedezi ez az országos fogyasztásunknak 2010-ben?**

a) 700 ezer tonna éves kitermelés 6 %-át jelenti az országos fogyasztásnak

b) 2 millió tonna 21 %-át teszi ki az ország éves fogyasztásának

c) 1,7 millió tonna 13 %-át teszi ki az ország éves fogyasztásának.

**2.23. Sorolja fel a XXI században megvalósult és tervezett nagynyomású, Európa középső része felé irányuló gázvezetéseket!**

a) Északi Áramlat, Déli Áramlat, Nabucco vezeték, Kék Áramlat

b) Nabucco vezeték, Barátság vezeték,

c) Keleti áramlat, Nabucco vezeték, Kék Áramlat

**2.24. Hány 30 oC-nál melegebb kifolyó vizű kutat használunk üdülési-idegenforgalmi és balneológiai célokra?**

a) 670 darab

b) 850 darab

c) 149 darab

**2.25. Nevezze meg a két fő hévíztároló réteg típust!**

a) dombvidéki termálkarsztvíz-tároló, pliocén-felső- és alsópannon vidéki üledékes homok-homokkő réteg

b) sík-medencealjzati termálkarsztvíz-tároló, pleisztocén-felsőpannon üledékes homokkő réteg

c) hegységperemi-medencealjzati termálkarsztvíz-tároló, pliocén-felsőpannon üledékes homok-homokkő réteg

**2.26. Sorolja fel a „forró víz” bányászat lépéseit!**

a) szivattyúzás, sótalanítás, hűtés, fürdőbe vezetés

b) víz gáztalanítás, ülepítés, sótartalom részleges eltávolítása, felhasználás, vízgyűjtőbe vezetés

c) víz gáztalanítás, ülepítés, hűtés, vízgyűjtőbe vezetés

**2.27. Mit jelent ez a kifejezés: forró kőzet hidraulikus repesztése?**

a) a forró kőzetet nagynyomású vízzel repesztik

b) a forró kőzetet, mivel jobban bírja a hőmérsékletet, nagynyomású olajjal repesztik

c) a mélyben levő kőzetet ultrahangos berendezéssel repesztik

**2.28. Mit jelent a geotermális erőműnél a két körös rendszer?**

a) Van egy primer kör, meg egy szekunder kör

b) A mélybe lenyomott, felforrósított víz hőcserélőn elgőzölögteti a turbina körüli vizet

c) A mélybe lenyomott, felforrósított víz hőcserélőn elgőzölögteti a turbina körüli szerves anyagot

**2.29. Mik az ORC erőművek munkaközege?**

a) iso-bután

b) freon

c) etilén glikol

**2.30. Ismertesse a MOL ZRt helyzetét a magyarországi üzemanyag ellátásban!**

a) Földgázszállítás, kőolaj szállítás, kőolaj kitermelés

b) Kőolaj kitermelés

c) Földgáz kitermelés, tisztítás, szállítás értékesítés

## 8. Megoldáskód 2-es témához

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

|     |   |      |   |      |   |      |   |      |   |
|-----|---|------|---|------|---|------|---|------|---|
| 2.1 | b | 2.7  | a | 2.13 | a | 2.19 | c | 2.25 | c |
| 2.2 | b | 2.8  | b | 2.14 | a | 2.20 | b | 2.26 | b |
| 2.3 | a | 2.9  | c | 2.15 | b | 2.21 | b | 2.27 | a |
| 2.4 | c | 2.10 | a | 2.16 | b | 2.22 | a | 2.28 | c |
| 2.5 | a | 2.11 | b | 2.17 | b | 2.23 | a | 2.29 | a |
| 2.6 | a | 2.12 | c | 2.18 | b | 2.24 | b | 2.30 | a |

## 9. Hivatkozások

- [2.1] Mélyművelésű szénbányák, fejtés; ([http://en.wikipedia.org/wiki/Coal\\_mining](http://en.wikipedia.org/wiki/Coal_mining)) (Lásd: 21)
- [2.2] Magyarországon újra induló szénbányászat kérdései; <http://www.polusonline.com/2012/08/ujraindul-szenbanyaszat-gazdasag.html>
- [2.3] Külszíni kőszénbánya. USA; <http://hu.wikipedia.org/wiki/Bányászat> (Lásd: 22)
- [2.4] Karolina külfejtés Péctől keletre. Jelenleg bányató; <http://www.panoramio.com/photo/15856721> (Lásd: 23)
- [2.5] Külszíni teraszos lignitbánya Visontán (Mátravidéki Erőmű); <http://hu.wikipedia.org/wiki/Bányászat> (Lásd: 24)
- [2.6] Külszíni nagy kotró. Bükkábrány; <http://www.mert.hu/hu/banyaszat> (Lásd. 25.)
- [2.7] Külszíni szénbánya rekultiváció; <http://www.worldcoal.org/coal/coal-mining/>, (Lásd: 28)
- [2.8] Kőolaj és lelőhelyek; <http://hu.wikipedia.org/wiki/Kőolaj>
- [2.9] Hagyományos földgáz, kőolaj és termálvíz „eloszlás”; <http://fold1.ftt.uni-miskolc.hu/~foldshe/telep07.htm> (Lásd: 29.)
- [2.10] Nem hagyományos földgáz lelőhelyek; [http://planetagazeta.hu/2011/08/palagaz\\_kutatas\\_csehországban.php](http://planetagazeta.hu/2011/08/palagaz_kutatas_csehországban.php)
- [2.11] Gáz, olaj és víz csapdák különböző kőzet formációk esetében; <http://astro.u-szeged.hu/szakdolgozati/felhasznalas/asvanyi.html> (Lásd: 30)
- [2.12] Egy korszerű, kőolaj kitermelésre készített fúrótorony felépítése; <http://olajmuzeum.hu/pid78/1> (Lásd: 31)
- [2.13] Egy hagyományos himbás „kút”; <http://www.geocaching.hu/caches.geo?id=3430> (Lásd: 12. Ábra)
- [2.14] Fúrófejek <http://hu.wikipedia.org/wiki/Fájl:Fúrószerszám1.JPG> (Lásd. 33)
- [2.15] Transz Alaszkai kőolajvezeték egy szakasza; <http://nepszava.com/2011/03/amerika/kitoloncoltak-az-alaszkai-merenylot.html> (Lásd: 34)
- [2.16] Barátság kőolajvezeték egy szakasza; <http://www.okotudat.hu/index.php?p=hirek&id=1618> (Lásd: 35)
- [2.17] Olaj tanker oldalnézet; [http://en.wikipedia.org/wiki/Oil\\_tanker](http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_tanker); [http://en.wikipedia.org/wiki/TI\\_class\\_supertanker](http://en.wikipedia.org/wiki/TI_class_supertanker) (Lásd: 36)
- [2.18] Maran Tankers 275 ezer tonnás olajszállító; <http://www.honvedelem.hu/cikk/17410> (Lásd. 37.)



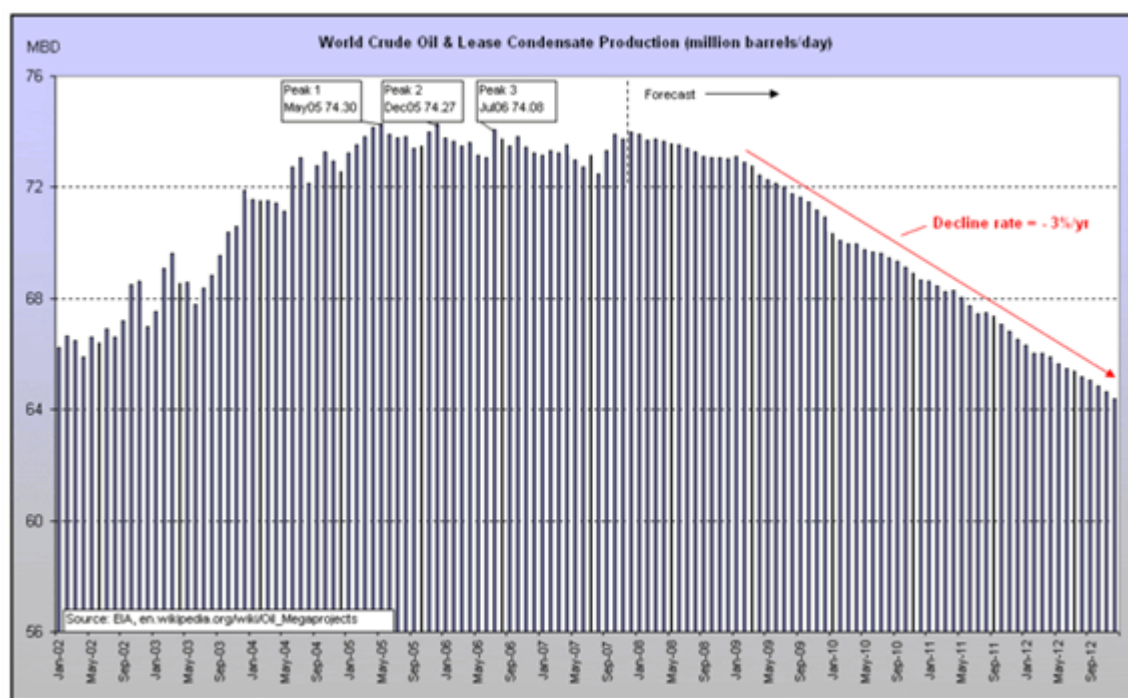
- [2.19] A világ olajkereskedelmének legjelentősebb fajtáit (tengeri szorosok); [http://kitekinto.hu/amerika/2011/02/08/washington\\_legrossabb\\_remalma\\_kisert\\_kairoban/](http://kitekinto.hu/amerika/2011/02/08/washington_legrossabb_remalma_kisert_kairoban/) (Lásd: 40.)
- [2.20] Mélytengeri bányászat; <http://cenviroment.blogspot.hu/2010/06/deepwater-development-systems-in-gulf.html>
- [2.21] Kompozitok mélytengeri kőolaj vezetékeknél; <http://www.atp.nist.gov/eao/grc04-863/chapt4.htm>
- [2.22] Mélytengeri kitermelő rendszerek; <http://www.oilspillsolutions.org/offshore.htm> (Lásd: 42)
- [2.23] Mélytengeri kitermelő rendszerek; [http://www.geographic.org/deepwater\\_gulf\\_of\\_mexico/development\\_systems.html](http://www.geographic.org/deepwater_gulf_of_mexico/development_systems.html) (Lásd: 43)
- [2.24] Olajplatform Brazília partjai közelében; <http://hu.wikipedia.org/wiki/Kőolaj> (Lásd: 44)
- [2.25] „Troll A” norvég olajplatform; <http://nol.hu/archivum/archiv-382347> (Lásd: 45)
- [2.26] Kigyulladt olaj fűrótorony a Timor-tengeren; <http://www.katasztrofak.abbcenter.com/?cim=1&id=94406> (Lásd: 46)
- [2.27] Mexikói öbölben bekövetkezett olaj platform (BP) **olajkatasztrófa hatása a Földre**; <http://internetfigyelo.wordpress.com/2010/09/09/mindnyajan-a-foldanya-gyermekei-vagyunk-%E2%80%93-egy-katasztrofa-tortenete/> (Lásd: 47)
- [2.28] Olajkitermelés és ellátás Skócia, Dánia és Norvégia számára; [http://stavangerblog.blogspot.hu/2010\\_07\\_01\\_archive.html](http://stavangerblog.blogspot.hu/2010_07_01_archive.html) (Lásd: 48)
- [2.29] Hibernia fűrótorony; <http://www.journalofcommerce.com/article/id30906> (Lásd: 49)
- [2.30] Földgáz kitermelés a Földön; <http://hu.wikipedia.org/wiki/Földgáz> (Lásd: 51)
- [2.31] Nigériai földgáz kitermelő tengeri üzem; <http://kuruc.info/r/4/90468/> (Lásd: 52)
- [2.32] Tengeri földgáz kitermelés. Izrael; <http://index.hu/gazdasag/magyar/gazhat090107/> (Lásd: 53)
- [2.33] Tervezett kőolaj és földgáz vezetékek Európa középső részei felé; <http://www.origo.hu/gazdasag/hirek/20080519-bataszek-mako-foldgaz-uranium-banyajaradek-energiafuggoseg.html> (Lásd: 55)

### 3. fejezet - Energiahordozók nem hagyományos bányászata, előállítása (palaolaj, homokolaj, palagáz)

Ezekben az években, amiket most megélünk, nagyon sok szó esik a „peak oil”-ről, azaz „olajhozam-csúcs”-ról. Azt azonban egyáltalán nem szokták meghatározni, hogy milyen formációból származó olaj kitermelésének a csúcsa következik be. Az eddigi kőolaj kitermelés döntő mértékben a **konvencionális szénhidrogénekre** vonatkozik. A nagy olajtársaságok azonban nagy reményeket fűznek a **nem konvencionális szénhidrogének** kitermelésének széleskörű elterjedéséhez. Ennek a lehetőségeiről és nehézségeiről ad áttekintést ez a fejezet.

Bevezetőül álljon itt a világ olaj kitermelésével foglalkozó egyik legismertebb csoport („The Oil Drum” <http://www.theoil Drum.com/> ) 2012. utolsó negyedében megjelent összesítése. Ez 2002 januárjától 2012. szeptemberéig terjedő időszakra vonatkozóan, a világ összes kőolaj kitermelésének, évente háromszor (január, május, szeptember) végzett összesítését adja.

#### 3.1. ábra - World Crude Oil & Lease Condensate Production to 2012

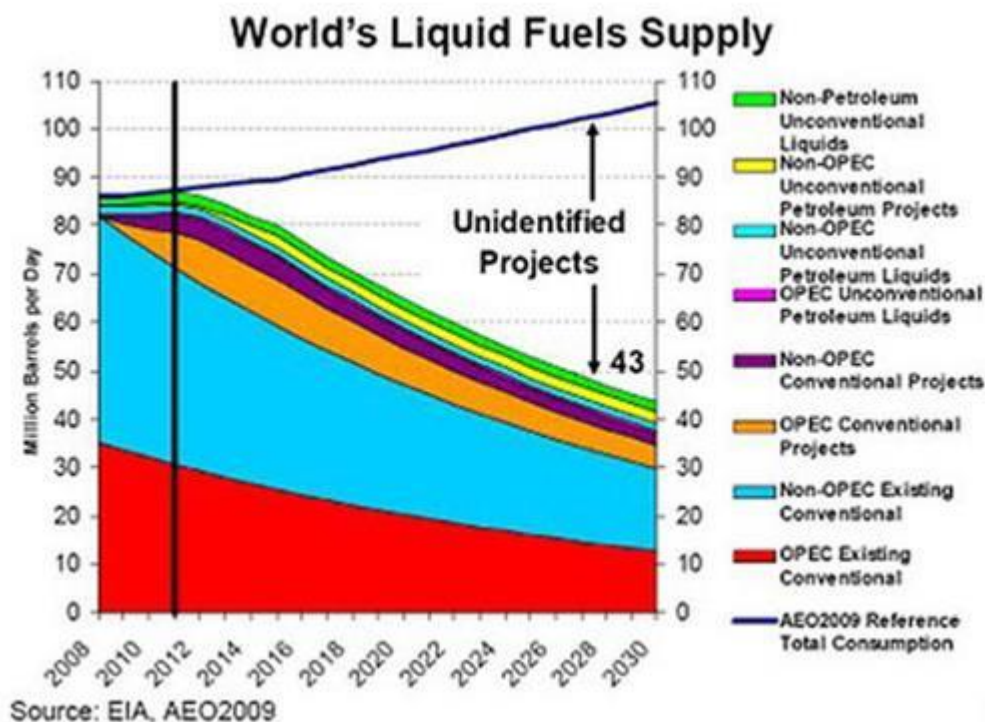


<http://www.theoil Drum.com/node/3623>

A következő ábra azt foglalja össze, hogy az eddigi „olcsó” kőolaj kitermelés mennyisége, főleg gazdasági okok, és műszaki problémák miatt folyamatosan csökkenni fog (az OPEC és a nem OPEC államok meglévő konvencionális kitermelése – piros, kék). Az OPEC és a nem-OPEC államok várható új projektjei az előző csökkenést messze nem képesek kompenzálni (narancs, sötét lila). Az OPEC és a nem OPEC államok, már meglévő nem-konvencionális petróleum kitermelése, valamint ezen a téren tervezett projektjei pedig messze nem fognak tudni, minden ígéret ellenére számottevő termelési szintre felfutni, hogy a csökkenést befolyásolni tudnák.

A vastag kék vonal az EIA (Nemzetközi Energia Ügynökség) AEO 2009-es jelentésében prognosztizált „szükséglet” szintjét jelzi.

#### 3.2. ábra - A világ konvencionális és nem konvencionális kőolaj kitermelésének előrejelzése 2012-től 2030-ig.



<http://www.theoil Drum.com/>.

Az egyértelműség érdekében először megadjuk a konvencionális és a nem-konvencionális szénhidrogének fogalmát és osztályozásukat magyarul és angolul:

Konvencionális szénhidrogéneknek (kőolaj, földgáz) nevezzük azokat a szénhidrogéneket, amelyek gravitációs szegregáció (felhajtóerők) által indukált, geometriailag meghatározható kiterjedésű szerkezeti, vagy tektonikus csapdáknak halmozódtak fel. Ezzel szemben minden olyan természetes szénhidrogén előfordulás, amely nem tesz eleget az előbbi feltételeknek, a nem konvencionális szénhidrogének csoportjába sorolandó.

Ennek megfelelően

#### 1. Konvencionális szénhidrogének

földgáz

gázcsapadék (kondenzátum) és kőolaj

#### 2. Nem konvencionális szénhidrogének

palaolaj (shale oil)

homokolaj (tar sand oil)

palagáz (shale gas)

homokgáz (tight sand or deep gas)

széntelepek metánja (coalbed methane)

szénhidrogén hidrátok (hydrates)

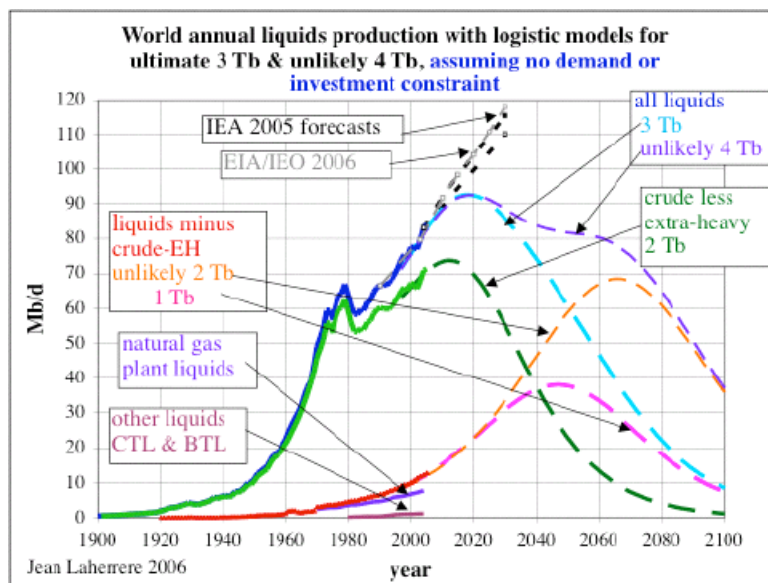
A Nemzetközi Energia Ügynökség által kiadott Oil Market Report pedig a *nem hagyományos* (nem konvencionális) kőolaj eseteket a következő táblázatban foglaltak szerint határozta meg:

#### 1. Táblázat. Nemzetközi Energia Ügynökség kategóriái a nem-konvencionális kőolajra

|   | Nem hagyományos olajforrások (hu)                                 | Oils from non-conventional sources and other sources of supply (en) |
|---|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1 | Olajpala, terméke a palaolaj                                      | Oil shales                                                          |
| 2 | Olaj homokból kivont kőolaj és származékai                        | Oil sands-based synthetic crudes and derivative products            |
| 3 | Szén alapú folyékony üzemanyag és tüzelőanyag származékai         | Coal-based liquid supplies                                          |
| 4 | Biomassza alapú folyékony üzemanyagok                             | Biomass-based liquid supplies                                       |
| 5 | Földgáz kémiai feldolgozásából származó folyékony energiaforrások | Liquids arising from chemical processing of natural gas             |

Ezek közül ebben a fejezetben az első hárommal (1-3) foglalkozunk, amelyek a hagyományos kőolajnak megfelelő termékeket állítják elő. Szó lesz ezen kívül a **földgáz nemhagyományos** kitermeléséről, a palagáz kitermelésének technológiájáról is. A nem-konvencionális olaj és földgáz kitermelésének egy optimistább forgatókönyvét adja a következő ábra (lila görbe).

### 3.3. ábra - A hagyományos és a nem hagyományos ásványolaj kitermelések várható időbeli menete



<http://www.theoil Drum.com/node/3001>

## 1. Olajpala és olajhomok bányászata, palaolaj és homokolaj előállítása

[http://en.wikipedia.org/wiki/Non-conventional\\_oil](http://en.wikipedia.org/wiki/Non-conventional_oil)

### 1.1. Olajpala, olajhomok fogalma, lelőhelyei

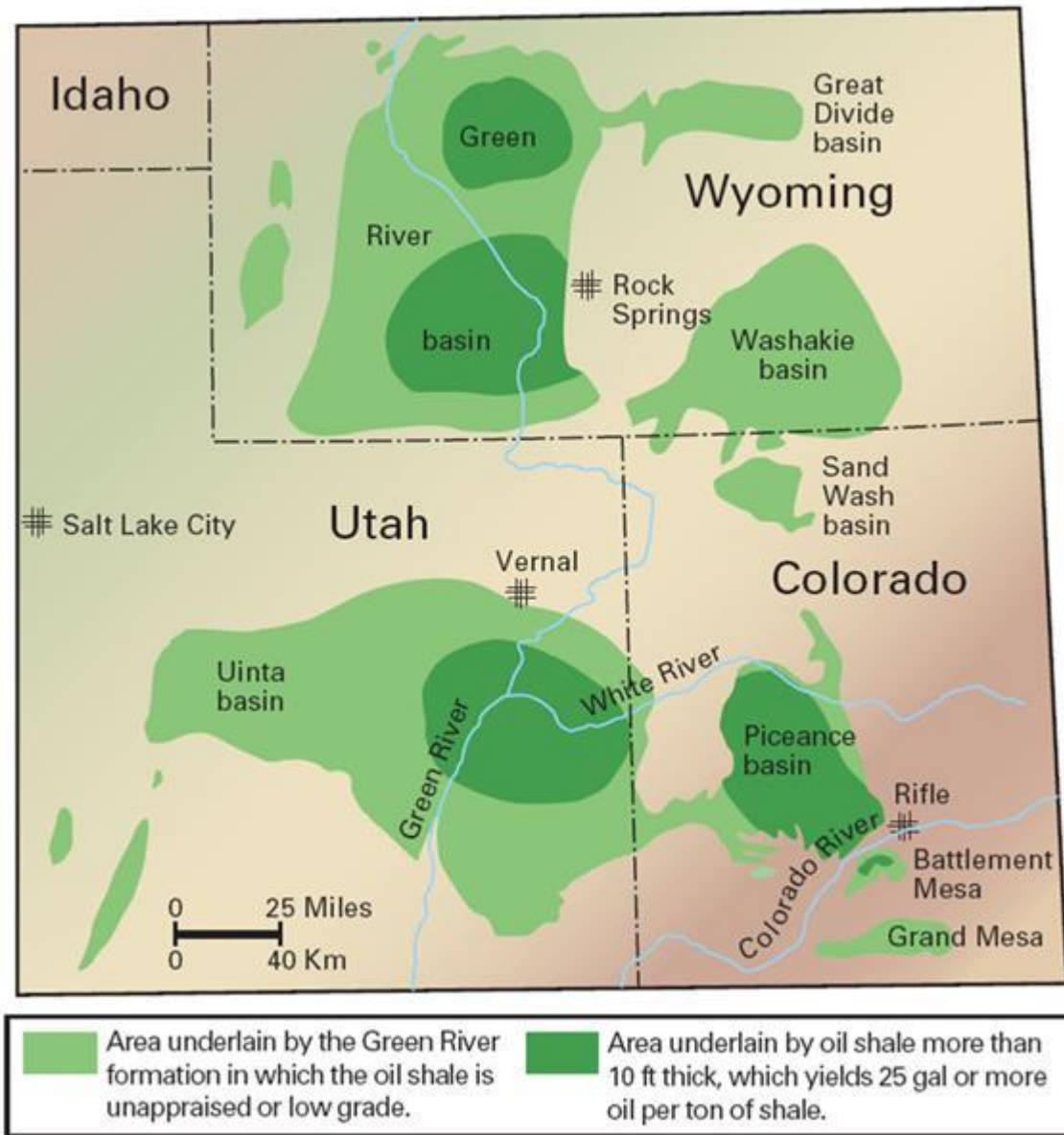
**Olajhomok:** olyan nehézőlajat tartalmazó közet, amely főként lipidekből alakult ki és halmozódott fel.

**Olajpala:** olyan fiatal kerogént tartalmazó közet, amelyből melegítéssel (lepárlással) kőolaj és földgáz nyerhető.



Az USA-ban és Kanadában az utóbbi húsz évben kialakult az **olajpala és olajhomok bányászata**. Míg a hagyományos olajkitermelés során, a mélyben keletkezett, és a sok tízmillió éves vándorlása során zárórétegek között megrekedt olajat bányásszák ki, ahol a nyomás hatására könnyedén a felszínre hozható a nyersanyag, addig az olajhomok és az olajpala olyan kőzetréteg, amelyből nem vándorolt el a zárórétegek közti tárolókba az olaj. Így ez esetben **magát a teljes kőzetréteget kell kitermelni**, mivel nincs lehetőség a mélységi nyomást kihasználva felszínre hozni belőlük a kőolajat. Ezért ez a kitermelési forma eddig a legköltségesebb. Az **USA Wyoming, Utah és Colorado államaiban** van a világ legnagyobb ismert olajpala-telepe. A becsült olajtartalom mintegy 800 milliárd (!) hordó olajnak felel meg.

### 3.4. ábra - Wyoming, Utah, Colorado olajpala-telepei



[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colorado,\\_Utah\\_and\\_Wyoming\\_oil\\_shale\\_deposits.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colorado,_Utah_and_Wyoming_oil_shale_deposits.jpg)

**Kanadában** az olajhomok elsősorban egy mintegy másfél Magyarország nagyságú, tajgaerdővel borított területről nyerhető ki. A munkálatok eredményeképpen jelentős erdőterületeket tettek tönkre a hatalmas járművekhez szükséges utak, a csővezetékek, a külszíni termelést folytató bányák és a szennyező vízzel megtöltött tavak is.

<http://wwf.hu/archivum/2008ev/5/olajnagy hatalom-lesz-kanada-8211-akar-klimakatasztrofa-aran-is>

### 3.5. ábra - Olajpala



### 3.6. ábra - Olajhomok



## 1.2. Palaolaj, homokolaj kinyerése a felszín felett kitermelt olajpala, olajhomok esetében

A kitermelt kőzetet (olajpala) aprítani, majd hőkezelní kell ahhoz, hogy kinyerhető legyen belőle a szénhidrogén. Újabban arra vonatkozó kutatások is megjelentek, hogy még a bányászatot megelőzően felmelegítik a kőzetet, a hő hatására mintegy kiolvad a palából az olaj, s így magát az olajat lehetne kinyerni a sok kőzet nélkül. Mindkét eljárás költséges és egyik sem éppen környezetbarát.

Coloradoban a Shell és a Chevron már üzemeltet egy közös kísérleti telepet, ahol kis területen a kőzet felszín alatti melegítésével próbálkoznak. Az olajpala, bár sima kőnek látszik, ha meggyújtják, szépen lángol a mikroszkopikus résekben elraktározott olajnak köszönhetően.

### 3.7. ábra - Olaj pala kitermelés „külszíni fejtéssel”



<http://www.treehugger.com/corporate-responsibility/dept-of-interior-cancels-bush-administration-oil-shale-leasing-plans.html>

### 3.8. ábra - Olajpala kitermelés helyszíne Kanadában. Előtte és utána



Az **olajhomok** esetében hasonló a helyzet, itt is a homok és agyagszemcsék között megrekedt olajat lehet kinyerni, azonban **ez az olaj rendkívül besűrűsödött állapotban van**. Ahhoz, hogy kinyerjék, a kibányászott **olajhomokot is hőkezeln**i kell, aminek köszönhetően egy hordó olajhomokból kinyert olaj előállítása 80-100 kg üvegházgáz (kén-dioxid, nitrogén oxidok, szén-dioxid) kibocsátásával jár.

Az olajhomok kitermelése **nagyon vízigényes**, átlagosan egy hordó olaj kitermeléséhez 3, míg olajpala esetén 2-5 hordónyi vízre van szükség. Az olajhomok kitermeléshez használt víz elsődleges forrása Kanadában az Athabasca folyó, melynek vízszintje már ma is kritikusán alacsony, miközben jelenleg az olajtermelők évi 2,3 milliárd hordó vizet emelhetnek ki belőle. A felhasznált víznek csak 5-10 %-a kerülhet vissza a folyóba, a többi, toxikus szennyvizet hatalmas, 50 km<sup>2</sup> területű tavakba töltik. Szennyezetté válik a talaj és a talajvizek is. Az olajhomok kitermelése háromszor, az olajpala kitermelése akár nyolcszor akkora széndioxid kibocsátással jár, mint a konvencionális kitermelés. Kanadában az olajhomokot mintegy másfél Magyarország nagyságú, tajgaerdővel borított területről nyerik ki.

### **3.9. ábra - Olajhomokos „tájkép”. Külszíni olajhomok-bánya (tar sands mine) Kanadában**





**3.10. ábra - Olajhomok bánya Syncrude Aurora, Boreal Forest north of Fort McMurray Canada**



<http://www.greenpeace.org/canada/en/campaigns/Energy/tarsands/>

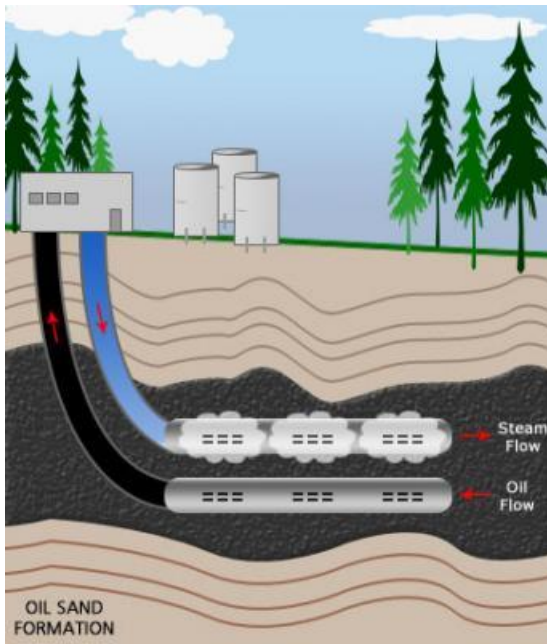
### **1.3. Kőolaj kinyerése a felszín alatt található olajpala, olajhomok esetében**



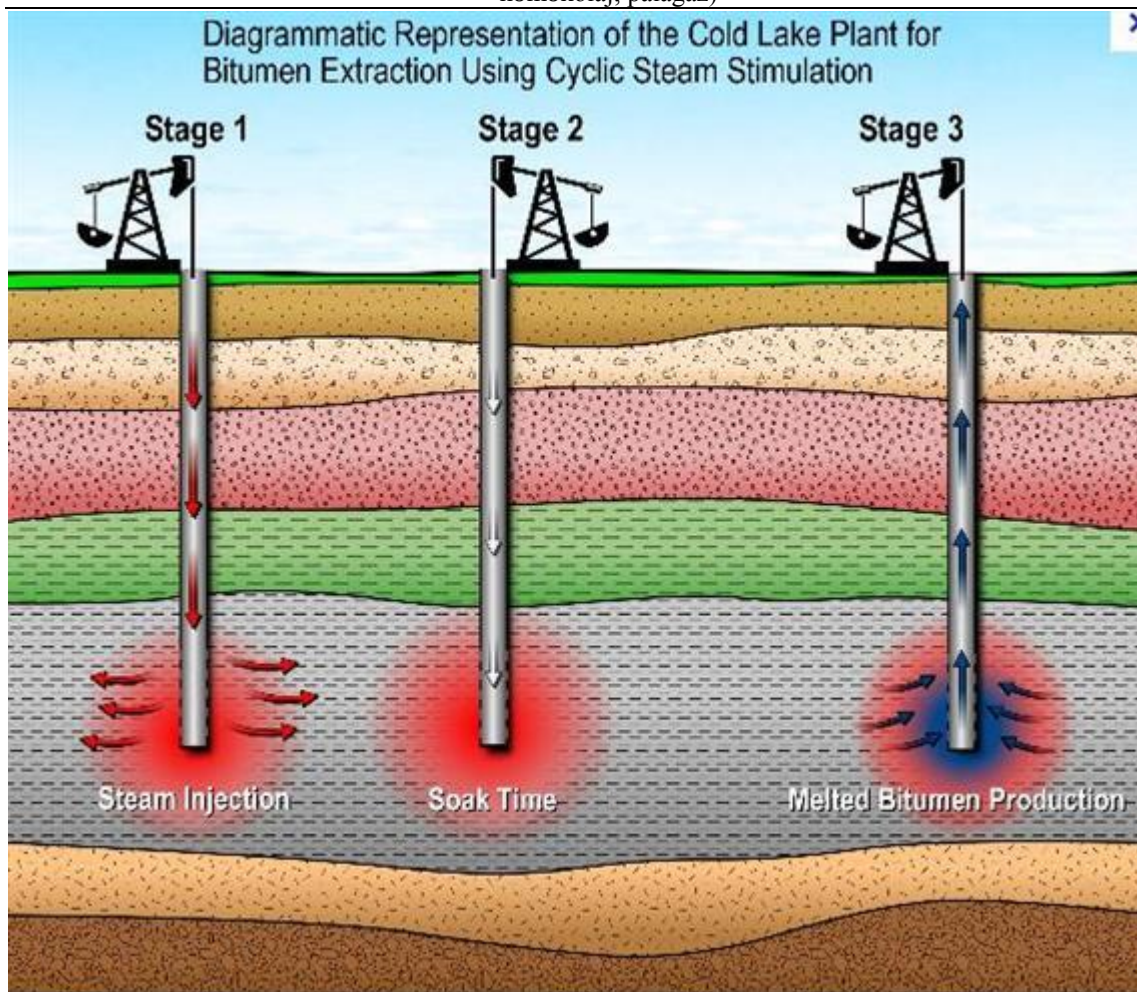
A felszín alatti kinyerés esetén nagynyomású gőzt vezetnek a talajszint alá, évek alatt a gőz lassan kioldja az olajat, amely gravitációs hatásra összegyűlne, aztán már normális úton ki lehetne aknázni. Ez utóbbi eljárás talán csak a természetkárosítást csökkentené. Kanadában az Athabasca folyó körzetében felfedezett olajhomokból kinyerhető olaj mennyiségét 300 milliárd hordónyira becsülik, hatalmas az ehhez társítható üvegházgáz kibocsátás.

**Cyclic Steam Stimulation (CSS)** Cold Lake Plant, Albert Suncor (Kanada). Bitumen kitermelés CSS technológiával. Első lépésben vízgőzt nyomnak a rétegbe. Második lépés, amikor ez a bitumennel hosszú időn keresztül „oldódik” (soak). Harmadik lépésként az így keletkezett szuszpenziót (Melted Bitumen Production) kiszivattyúzzák.

**3.11. ábra - Olajpala, olajhomok felmelegítése vízszintes csövekkel a kitermelő kút környezetében.**

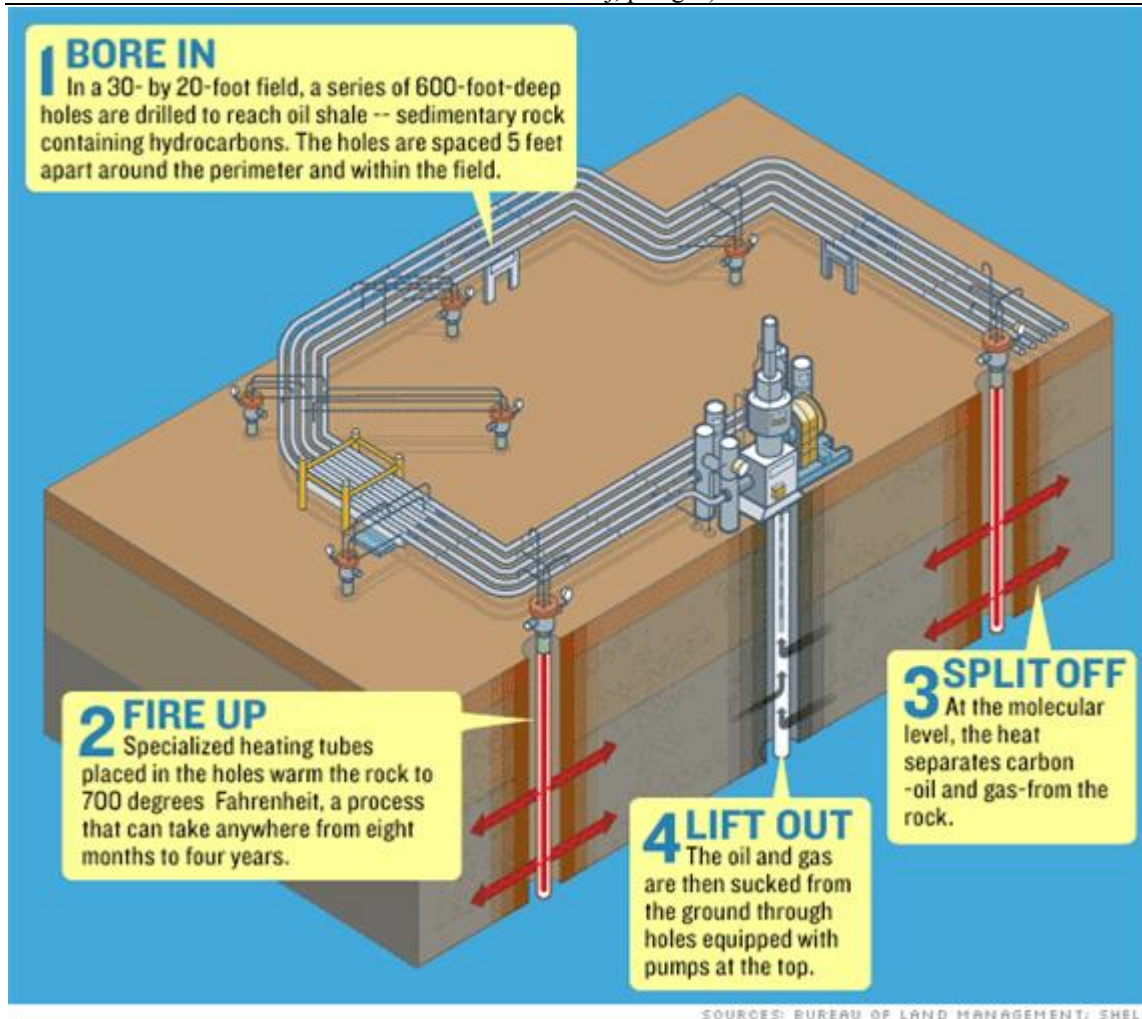


**3.12. ábra - Bitumen ciklikus gőz stimulációja. (Cyclic Steam Stimulation - CSS)**



[http://www.ags.gov.ab.ca/energy/oilsands/alberta\\_oil\\_sands3.html](http://www.ags.gov.ab.ca/energy/oilsands/alberta_oil_sands3.html)

**3.13. ábra - Olajpala felmelegítése függőleges csövekkel a kitermelő kút környezetében**



Az olajpalákat olajtartalmuk alapján **három kategóriába** sorolják. A **gyenge minőségű olajpala** tömegének 0,1-10 százaléka nyerhető ki kőolajként, a **közepes minőségűből** 10-20, míg a **magas minőséget** a 20-34 százalék jelenti. Ám a palában található anyag még korántsem kőolaj, hanem az úgynevezett **kerogén**. Ez egy szerves anyagban dús folyadék, amely a szénhidrogénné alakulás egyik fázisában van, a kitermelése után tehát még különböző kémiai eljárások szükségesek, hogy a kerogénből kőolaj legyen. Mindezek miatt az olajpala bányászata és feldolgozása jóval bonyolultabb és költségesebb eljárás, mint a hagyományos, azaz konvencionális olajtermelés.

A kanadai olajhomok környezeti hatásai:

- Külszíni fejtésnél ki kell irtani az erdőket, le kell csapolni a mocsaras területet, le kell hordani a fedő talajréteget, és ki kell ásni az olajos homokot. Ezután (földgázzal fűtött) melegvízzel keverik a homokot, hogy kioldják az olajat, majd a „víz-olaj zagyot” szét kell választani (ez ülepítéssel megoldható).
- A kitermelés módszerei jóval energiaigényesebbek, mint a hagyományos olajtermelés: az olajhomok kitermelése háromszor (az olajpaláé akár nyolcszor) akkora szénkibocsátással jár.
- Óriási erdőirtások: Kanada területén található a Föld boreális (északi) erdeinek a fele. Az olajhomok elsősorban egy csaknem másfél Magyarországnyi, tajgaerdővel borított területről nyerhető ki.
- Nagy kiterjedésű élőhelyeket veszélyeztet.
- Nagymértékben veszélyezteti a környék tőzeglápjait és vizes élőhelyeit (pl. a vándormadarak számára kulcsfontosságú McMelland-láp).
- Veszélyezteti a környék vízrendszereit (egy hordó olaj kitermeléséhez 3 (olajpala esetén 2–5) hordónyi víz kell).

- Szennyezetté válik a talaj és a talajvizek is.

- Kanada üvegházgáz kibocsátása 26 %-kal nőtt 1990 óta (Kioto: 6 %-os csökkentést vállaltak).

### 3.14. ábra - Olajpala lelőhelyek Magyarországon



[http://fn.hir24.hu/csucsfogyaszo/2008/10/28/nem\\_lehetunk\\_olajnagy hatalom](http://fn.hir24.hu/csucsfogyaszo/2008/10/28/nem_lehetunk_olajnagy hatalom)

## 2. Palagáz és homokgáz bányászata

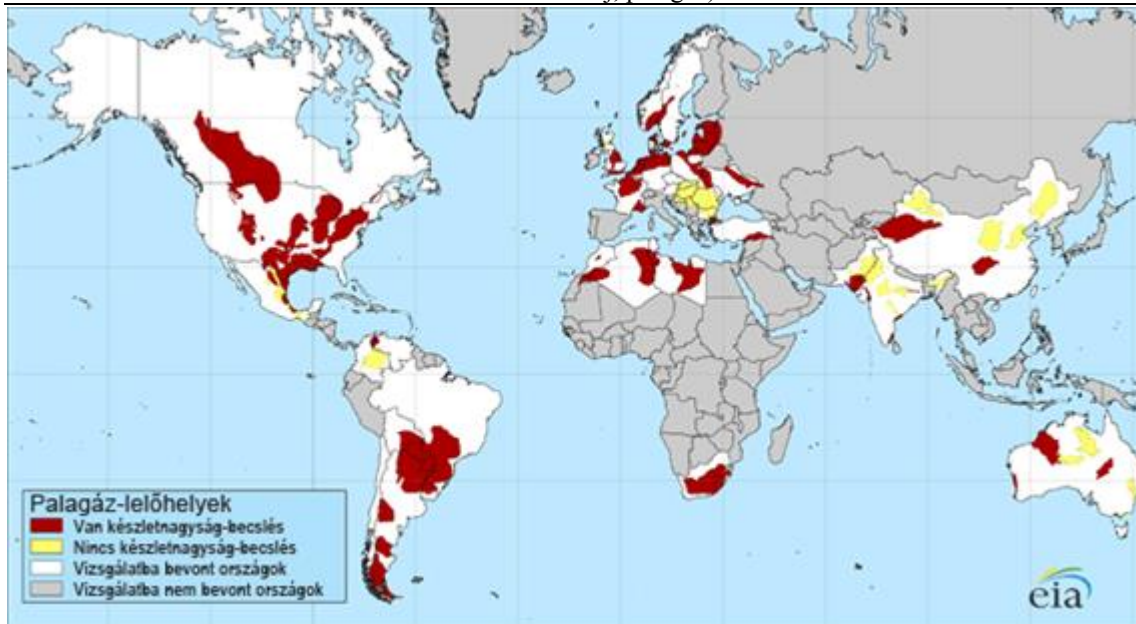
<http://www.palagaz.eu/>

### 2.1. Palagáz előfordulás a Földön, az USA-ban, Európában.

A **palagáz** egy a természetben nagy mennyiségben előforduló, természetes gáz, amely kinyerésére a pala képződményekből ma már létezik hatékony technológia. A pala aprószemcsés, üledékes kőzet, ami petróleumban és természetes gázokban gazdag. A márgagáz elnevezés is használatos a gázt tartalmazó agyagmárga rétegek miatt. Az utóbbi évtizedben a bányászati technikák fejlődése, a **vízszintes fúrások és a hidraulikus töréstechnika** elterjedése lehetővé tette, hogy nagy mennyiségű palagázhoz férhessenek hozzá, amit a korábbi módszerekkel nem volt gazdaságos kitermelni.

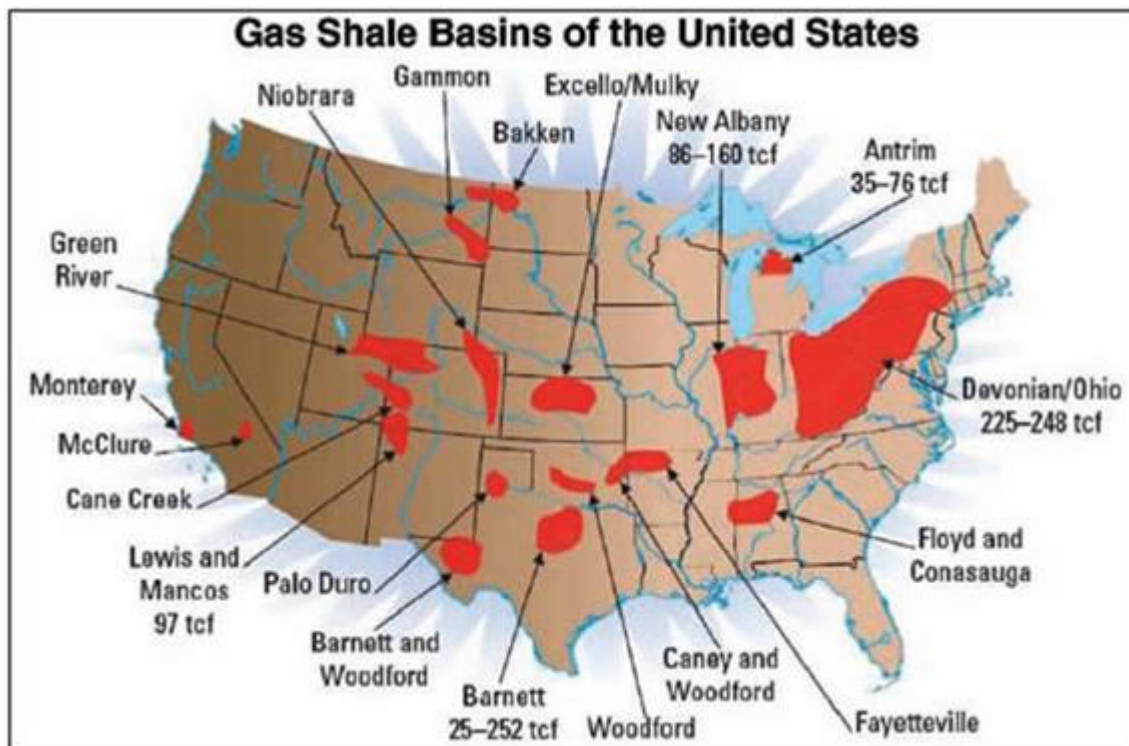
### 3.15. ábra - Palagáz lelőhelyek a Földön





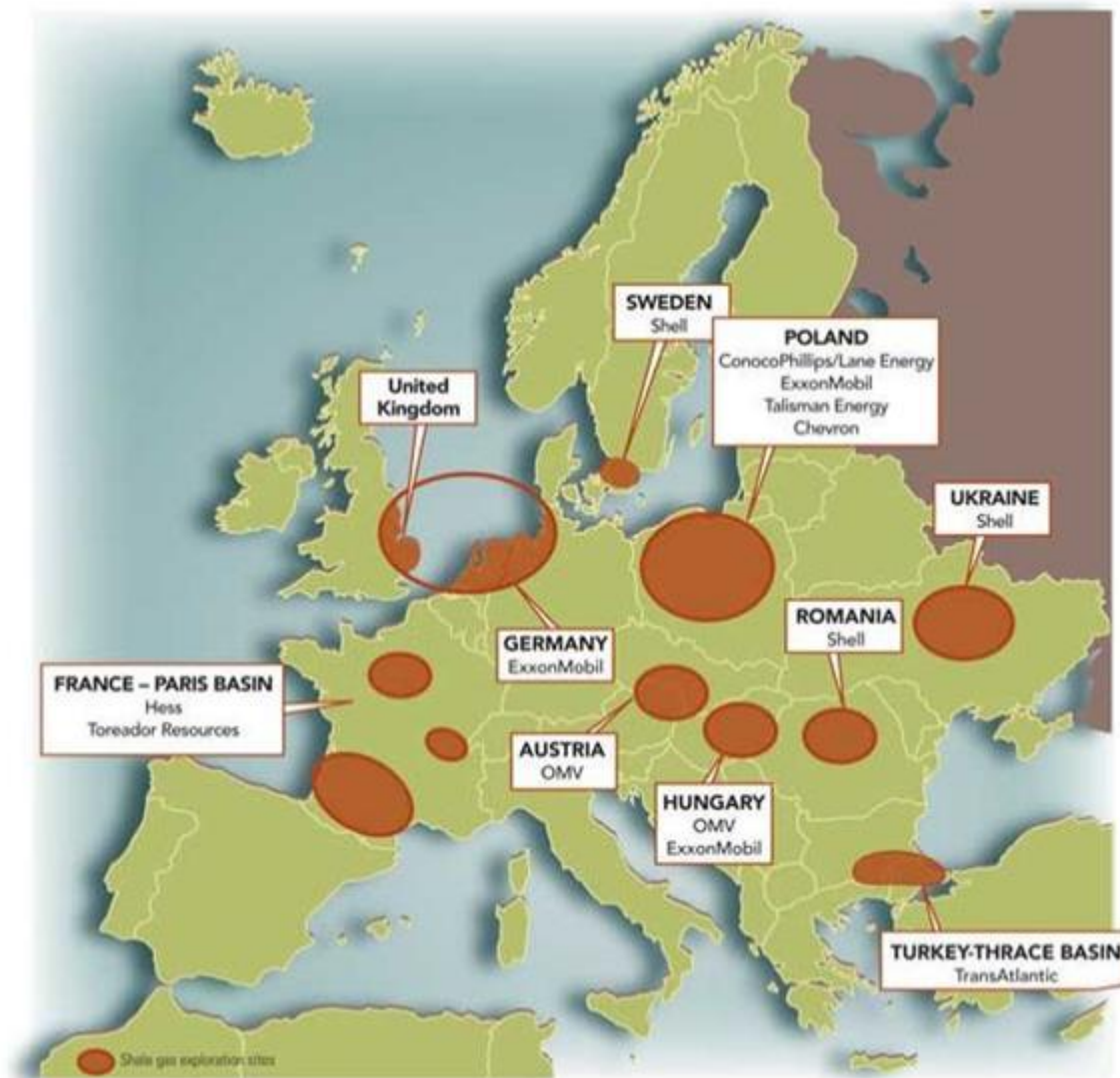
<http://www.palagaz.eu/>

3.16. ábra - Palagáz bázisok az Egyesült Államok kontinentális részén



<http://daryanenergyblog.wordpress.com/peak-oil-primer/part-2-solutions/>

3.17. ábra - Gáz pala lelőhelyek Európában



<http://econews.com.au/news-to-sustain-our-world/eu-says-shale-gas-needs-regulation-not-ban/>

## 2.2. Palagáz és homokgáz bányászatával kapcsolatos kérdések

A **nem konvencionális földgáz** eddigi kitermelése és annak jövője a következő évtizedekben jelentősen megváltoztathatja az energetikában eddig kialakult egyensúlyt, ahogy azt az Egyesült Államokban már meg is tette. A kitermelések mellett és ellene szóló érvek a következők:

- A shale-lelőhelyek még feltérképezetlenek, míg a hagyományos földgázmezők már elég jól ismertek, mivel utóbbiakból már alig-alig fedeznek fel újakat.
- Míg a hagyományos lelőhelyek esetében kevés fűrt kútból is ki lehet termelni a földgázt, addig a shale esetében kulcsfontosságú a rendkívül magas kútszám (például az USA-ban több mint tízezer).
- Ameddig a shale-lelőhelyek decentralizáltak és könnyedén rákapcsolható a belőlük folyó termelés a helyi gázhálózatokra, addig a hagyományos gázmezők általában messze fekszenek a felvevőpiacoktól, ezt – többek közt – sok ezer kilométernyi csővezetékkel hidalják át.
- A két „gáztípus” azonban alig különbözik összetételében, azaz a shale gas nagyjából ugyanazokkal a tulajdonságokkal rendelkezik, mint hagyományos társa.
- Jelenleg, a már ismert shale-forrásokból kinyerhető földgáz mennyisége majdnem akkora, mint amennyit eddig összesen kitermelt és elégetett az emberiség hagyományos gázból.

#### A nem konvencionális gázkészletek globális jelentősége

A nem konvencionális földgázt tároló geológiai formációk közettani szempontból, a mélység, nyomás és hőmérséklet alapján igen különbözőek lehetnek, közös vonásuk, hogy a tároló kőzet áteresztőképessége rendkívül kicsi. A tárolók rendkívül kis áteresztőképességének következménye a szokványos földgáztárolók művelési jellemzőitől való eltérés, amelynek legfontosabb jellemzői a következők:

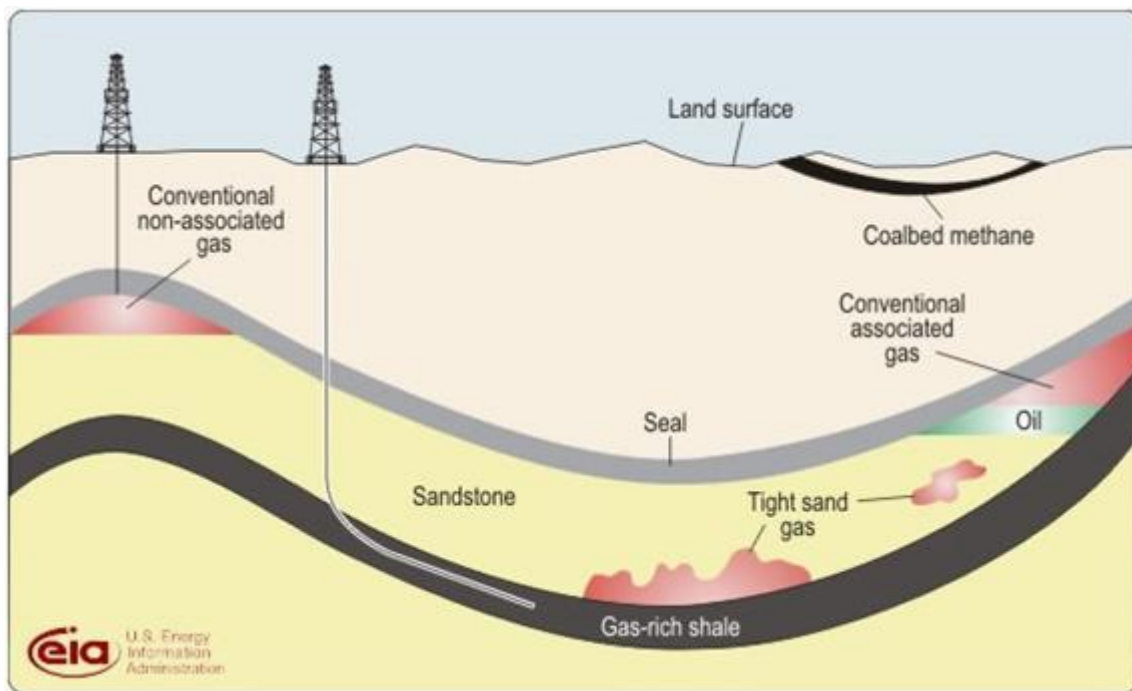
- a kutak produktivitása kicsi, általában  $600-15 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{nap}$ ;
- a megnyitást követően a kút hozama rohamosan lecsökken, egy alacsony termelési volumenben stabilizálódik, de ezen az értéken évtizedekig állandó marad;
- a termelőkutak évi hozamcsökkenése általában 5 % alatti;
- a tárolóréteg meglepően nagy, vastagsága az esetek többségében több száz méter;
- a tároló porozitása meghatározó módon repedéseknek köszönhető.

Új forszírozott módszerek a mélyben levő, kis áteresztő képességű szerkezetek fellazítását, áttörését célozza:

- a rétegek hidraulikus repesztése,
- a szerkezet fellazítása kémia robbantással

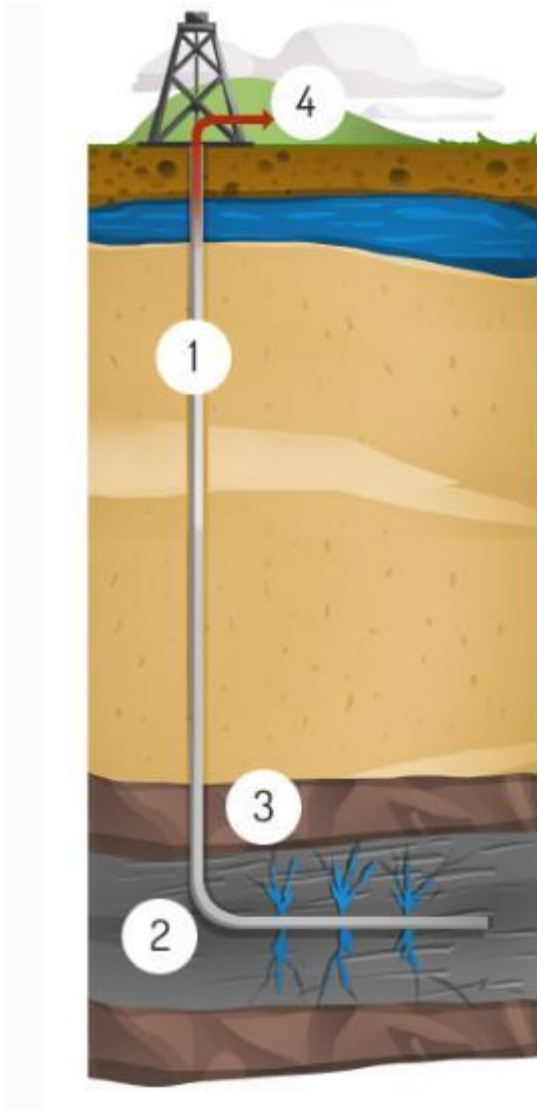
## 2.3. A palagáz kinyerésének módszere, technológiája

### 3.18. ábra - Konvencionális földgáz és palagáz lelő helyek sémája



<http://geology.com/energy/shale-gas/>

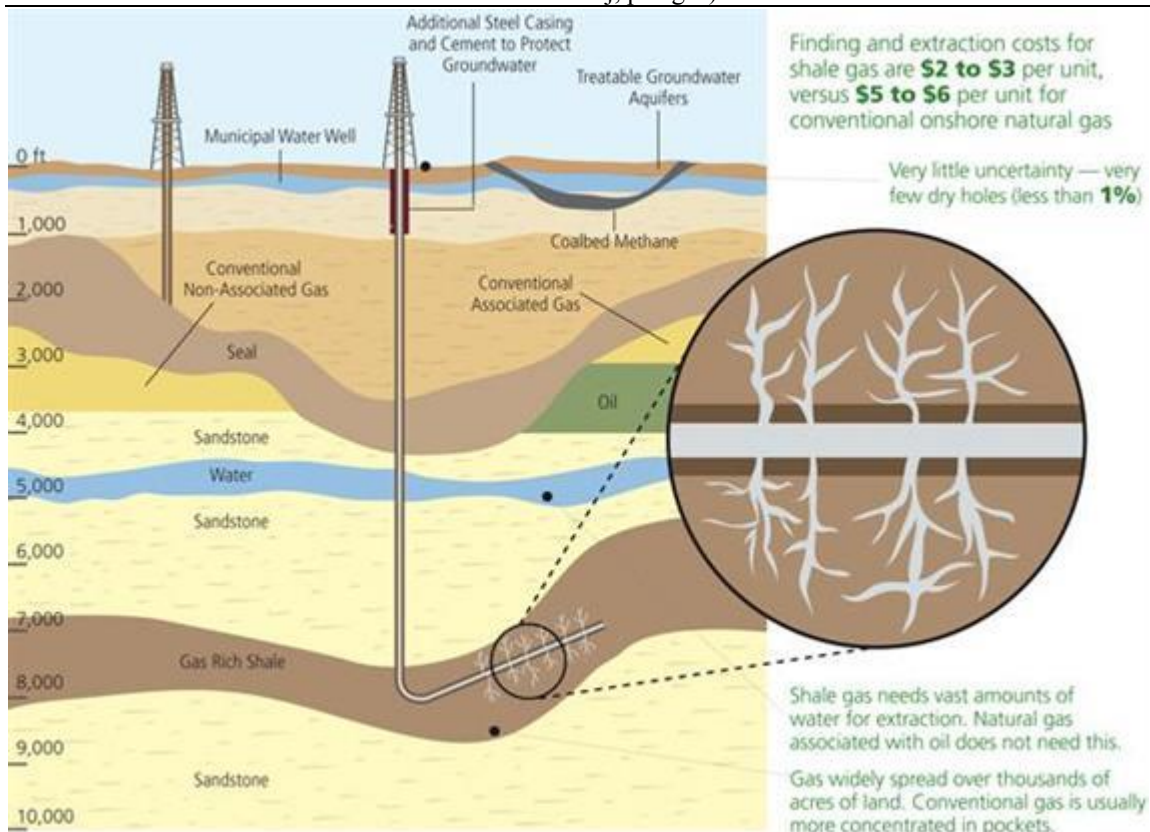
### 3.19. ábra - A palagáz kitermelés 4 lépése:



1. Függőleges fúrás a palarétegig. 2. A réteget elérve a fűró vízszintesen halad tovább a palarétegben. 3. A fúratot a fúrás során keletkező víz (91 %), homok (9,5 %) és egyéb vegyi anyagok (savak, kloridok, sók 0,5 %) keverékének nagy nyomáson történő befecskendezésével tartják nyitva, így biztosítva a gáz áramlását. 4. A gáz kinyerését követően csökkentik a nyomást, a víz pedig visszajut a felszínre.

**3.20. ábra - A gázban gazdag palarétegből történő kitermelés sémája**

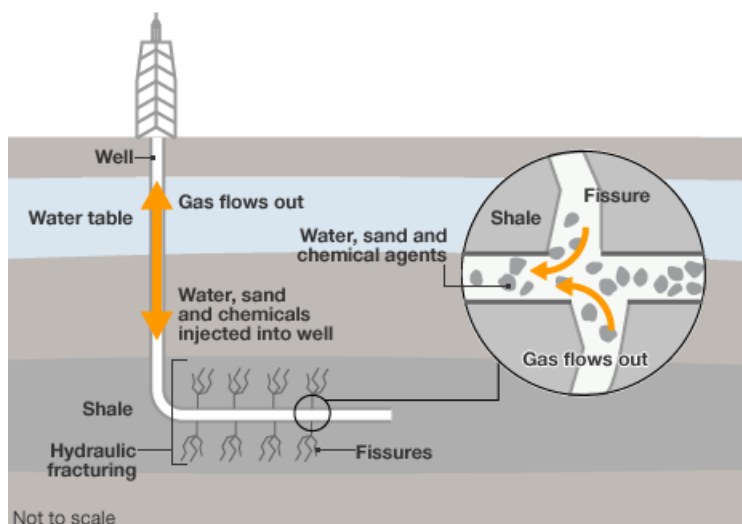




<http://claudearpi.blogspot.hu/2011/04/while-debate-is-raging-in-europe-and.html>

### 3.21. ábra - A palából történő kitermelés csövek kiépítésével

#### Shale gas extraction



[http://daryanenergyblog.files.wordpress.com/2012/07/beeb\\_shale\\_extraction\\_dig.gif](http://daryanenergyblog.files.wordpress.com/2012/07/beeb_shale_extraction_dig.gif)

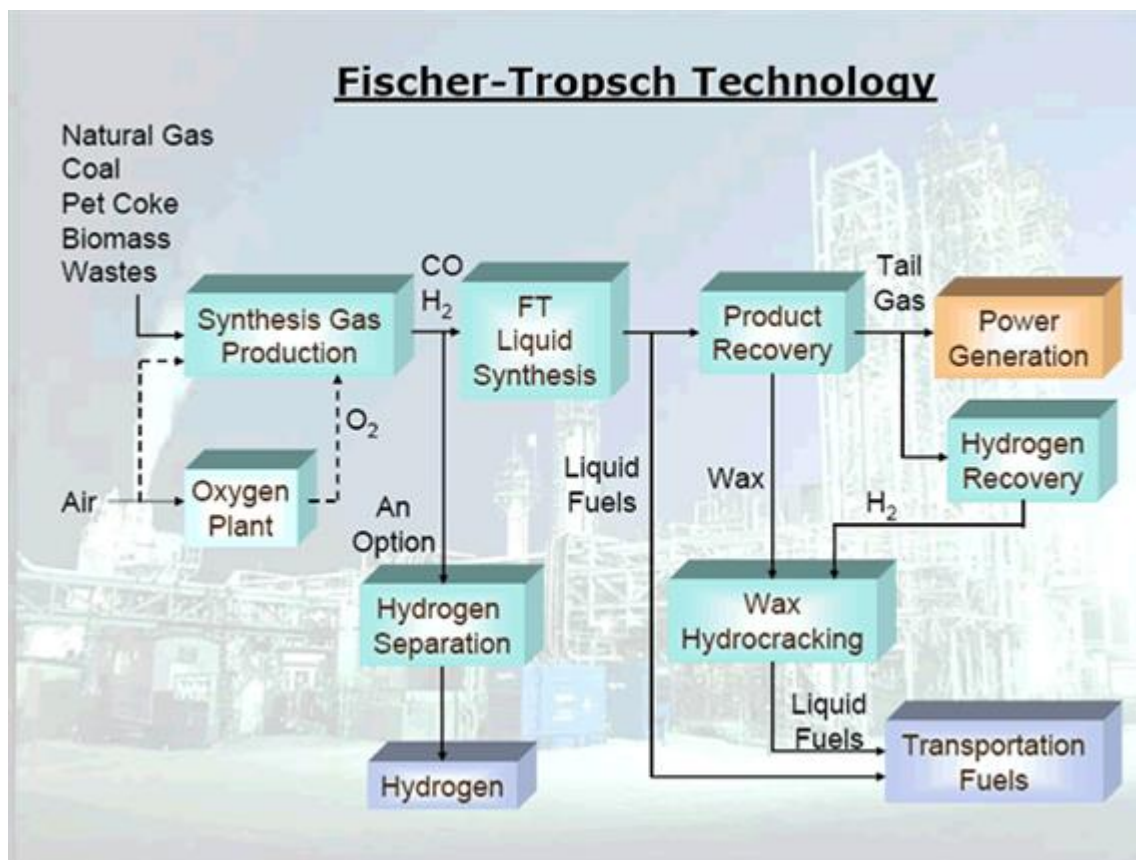
## 3. Mesterséges kőolaj előállítás

### 3.1. A Fischer–Tropsch-eljárás

A **kőszénből katalitikus hidrogénezéssel** vagy Fischer –Tropsch - szintézissel cseppfolyós szénhidrogén is előállítható. Ez az úgynevezett „műbenzin” meglehetősen drága a közönséges kőolajból lepárolthoz képest,

ezért csak benzinhiányos helyzetekben vált jelentőssé (mint például Németországban a 2. világháborúban). De ha nincs más, akkor nincs választás. Ezek az eljárások viszont nem bonyolultak, mindössze néhány alapanyag kell hozzá.

### 3.22. ábra - A Fischer-Tropsch reakció sémája



[http://blog.cafefoundation.org/?attachment\\_id=2576](http://blog.cafefoundation.org/?attachment_id=2576)

A Fischer–Tropsch-eljárás egy katalizált kémiai reakció. Ebben a szintézisgázt, más néven a **városi gázt**, a **szén-monoxid és hidrogén elegyét** alakítják át különböző folyékony szénhidrogénekké. A leggyakoribb katalizátor a **vas és kobalt**, de a nikkel és ruténium szintén használatos. Az eljárás elsődleges célja, hogy **szintetikus kőolajszármazékokat** állítsanak elő – jellemzően **szénből, biogázból és biomasszából** –, hogy aztán azokat szintetikus kenőanyagként vagy hajtóanyagként használják. Ez a szintetikus benzin, és/vagy dízelolaj teherautókat, autókat és néhány fajta repülőgépet is hajthat. A biomassza-gázosítás és a Fischer–Tropsch-szintézis együtt egy lehetséges út a **üzemanyagok** felé.

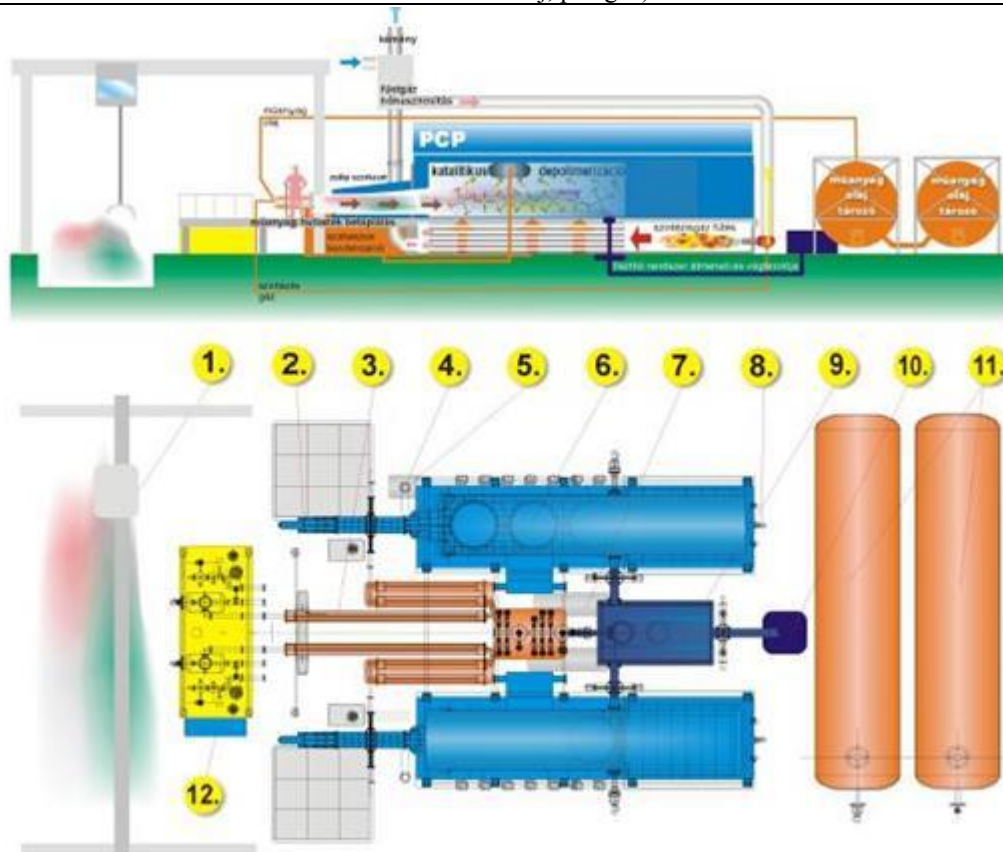
## 3.2. A katalitikus krakkolás (bontás, hidrogénezés)

A katalitikus krakkolás nagy szénatomszámú anyagok enyhe hőbontása a C-C és C-H kötések hasításával, katalizátor jelenlétében, kisebb molekulatömegű, rövidebb szénláncú termékek előállítása érdekében. A reakciók során izomerizáció, hidrogénatom-átvitel és gyűrűzáródás is felléphet. Ez az eljárás nemesfém katalizátort igényel, ezért drágább, mint a Fischer –Tropsch eljárás. Előnye viszont, hogy az egyébként környezetet szennyező **halogénekkal felépített műanyagot** is hasznosítani tudja. Így a veszélyes hulladékot is hasznos **vegyületekre bonthatjuk** vele. Az eljárással a **nehézolajból** is lehet előállítani könnyebb összetevőket, pl. benzint, vagy kőolajat.

<http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Krakkol.htm>

A T-Technology® egy olyan technológiai rendszer, amely műanyag hulladékokat dolgoz fel és alakít át folyékony energiahordozóvá.

### 3.23. ábra - A T-Technology katalitikus depolimerizációs reaktora és annak működése



Az ábrán szereplő számok a következő rendszer elemeket jelölik:

1. alapanyag tároló 2. kézi adagoló 3. lepárló rendszer 4. kémény 5. fűtőrendszer hőcserélője  
6. reaktor 7. lepárlórendszer hőcserélője 8. fűtőrendszer 9. tisztító rendszer hőcserélője 10.  
tisztító rendszer végtárolója 11. késztermék tároló 12. Ellenőrző és vezérlő rendszer

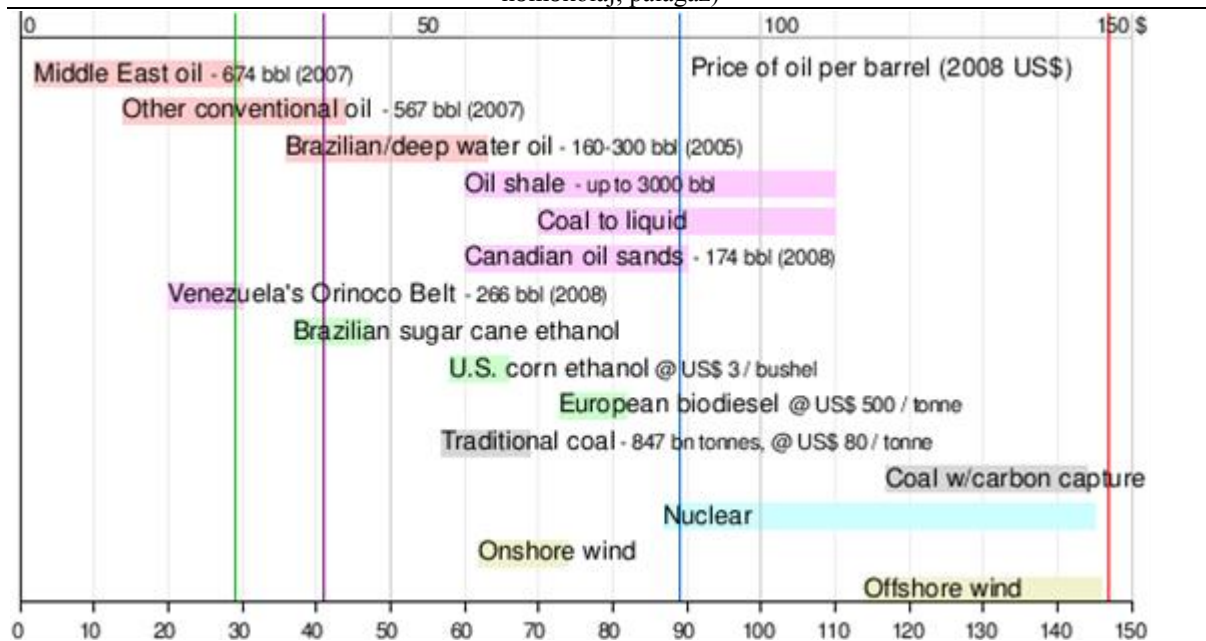
<http://www.pinterworks.hu/admin/kepek/file/pcphu.pdf>

A műanyag hulladékot a zsílipen keresztül lehet beadagolni a katalitikus depolimerizációs reaktorba. A reaktorban katalitikus depolimerizációval alakul át a műanyag polimerizátum rövidebb szénláncú vegyületekké. Innen a tisztítórendszer átmeneti tárolójába gyűlik össze a szilárd frakció, amely csapdában a szilárdmaradékba kerülnek a káros összetevők. (Ebből a bitumenszerű anyagból jó minőségű kopásálló és fagyálló út készíthető, a magas adaléktartalomnak köszönhetően.) A gázfázisú bomlástermékeket a lepárlóegységben lehet szétválasztani az igények szerinti frakciókra. A keletkezett szintézisgázt fűtőrendszer égőfejébe vezetve a rendszer fűtésére lehet használni.

A rendszerindításhoz a felfűtéshez földgázt, vagy könnyű fűtőolajat alkalmaznak. A szintézisgáz a legtisztább frakció a hőenergia termelésére. Az ábrán is jól látható, hogy a két folyamat anyagárama hermetikusan el van zárva egymástól, a fűtésből csak a hő adódik át a katalitikus depolimerizáció felé. A keletkezett füstgázok megfelelnek a legszigorúbb európai és nemzetközi előírásoknak. A lepárló és tüzelőrendszer hőcserélőjében hasznosítják a maradék hőt. A szintetikus olajat lehet értékesíteni vagy energiatermelésre felhasználni.

Energiaforrások költségeinek összehasonlítása (2011)

### 3.24. ábra - Energiaforrások, energiahordozók előállítási költségeinek összehasonlítása (2011)



## 4. Kérdések

- 3.1. Hogyan alakul a világ éves kőolaj termelése 2008-tól 2012-ig a „The Oil Drum” kutatásai szerint?
- 3.2. Hogyan alakul a világ éves konvencionális és nem konvencionális kőolaj kitermelése 2030-ig a „The Oil Drum” kutatásai szerint?
- 3.3. Mit ért „konvencionális szénhidrogének” fogalom alatt? (Nemzetközi Energia Ügynökség)
- 3.4. Mit ért „nem konvencionális szénhidrogének” fogalom alatt? (Nemzetközi Energia Ügynökség)
- 3.5. Ismertesse, mit ért az „olajhomok” fogalom alatt?
- 3.6. Ismertesse, mit ért az „olajpala” fogalom alatt?
- 3.7. Ismertesse, hogyan történik a felszínen levő olajhomok kitermelése, feldolgozása, az olaj kinyerése! Milyen környezeti hatásokkal jár ez?
- 3.8. Ismertesse, hogyan történik a felszínen levő olajpala kitermelése, feldolgozása, az olaj kinyerése! Milyen környezeti hatásokkal jár ez?
- 3.9. Ismertesse, hogyan történik a kőolaj kinyerése a felszín alatt található olajpala, olajhomok esetében!
- 3.10. Mit jelent a ciklikus gőz stimulációs (Cyclic Steam Stimulation - CSS) technológia?
- 3.11. Ismertesse a kanadai olajhomok kitermelés környezeti hatásait!
- 3.12. Honnan származik a palagáz?
- 3.13. Mely országokban vannak gáz pala lelőhelyek Európában?
- 3.14. Milyen technológiával oldják meg a mélyben levő, kis áteresztő képességű szerkezetek fellazítását, áttörését? Milyen környezeti hatásokkal jár ez?
- 3.15. Sorolja fel, milyen súlyos környezetterhelő módszereket alkalmaznak a kőolajpalából, olajhomok feldolgozása során!
- 3.16. Milyen alapanyagból mit állítanak elő a Fischer –Tropsch – szintézissel?
- 3.17. Mit nevezünk városi gáznak (szintézisgáznak)?



3.18. Milyen katalizátorokat alkalmaznak a Fischer–Tropsch-eljárás során?

3.19. Milyen „alapanyagokból” lehet előállítani szintetikus kőolajszármazékokat (szintetikus benzin, szintetikus dízelolaj)?

3.20. Milyen „alapanyagok” felhasználására alkalmas a katalitikus krakkolás?

## 5. Tesztek

### 3.1. Hogyan alakul a világ éves kőolaj termelése 2008-tól 2012-ig a „The Oil Drum” kutatásai szerint?

- a) 2010 óta 2-3 %-al csökken a kitermelés éves volumene
- b) folyamatosan növekszik a kitermelés volumene
- c) évről-évre nem változik a volumene

### 3.2. Hogyan alakul a világ éves konvencionális és nem konvencionális kitermelése 2030-ig a „The Oil Drum” kutatásai szerint?

- a) 2030-ra a nem konvencionális szénhidrogén kitermelés többet tud majd szolgáltatni, mint amennyi most prognosztizált „szükséglet” szintje.
- b) 2030-ban a Nemzetközi Energia Ügynökség (EIA) AEO 2009-es jelentésében prognosztizált „szükséglet” szintjéhez képest a reálisan kitermelt kőolajformák mennyisége várhatóan 43 %-al kevesebb lesz
- c) 2030-ban a Nemzetközi Energia Ügynökség szerint nem lesz különbség a „szükséglet” és a kitermelés között

### 3.3. Mit ért a Nemzetközi Energia Ügynökség „konvencionális szénhidrogének” fogalma alatt?

- a) azokat a szénhidrogéneket, amelyek boltozatos tektonikus csapdákban halmozódtak fel.
- b) azokat a szénhidrogéneket, amelyek a gravitációs szegregáció (felhajtóerők) által indukált, geometriailag meghatározható kiterjedésű szerkezeti, vagy tektonikus csapdákban halmozódtak fel.
- c) amelyek kőzetekben halmozódtak fel

### 3.4. Mit ért a Nemzetközi Energia Ügynökség „nem konvencionális szénhidrogének” fogalma alatt?

- a) olajpal, olajhomok, gázpala, gázhomok, széntelepek metánja, szénhidrogén hidrátok
- b) biomassa alapú folyékony üzemanyagok, Földgáz kémiai feldolgozásából származó folyékony energiaforrások
- c) palaolaj, homokolaj, palagáz, homokgáz, széntelepek metánja, szénhidrogén hidrátok

### 3.5. Mit ért az „olajhomok” fogalom alatt!

- a) olyan nehézőlajat tartalmazó kőzet, amely főként lipidekből alakult ki és halmozódott fel.
- b) olyan könnyű olajat tartalmazó kőzet, amely főként lipidekből alakult ki
- c) fiatal kerogént tartalmazó kőzet, amelyből melegítéssel (lepárlással) kőolaj és földgáz nyerhető

### 3.6. Ismertesse, mit ért az „olajpala” fogalom alatt!

- a) olyan nehézőlajat tartalmazó kőzet, amely főként lipidekből alakult ki és halmozódott fel
- b) fiatal kerogént tartalmazó kőzet, amelyből melegítéssel (lepárlással) kőolaj és földgáz nyerhető
- c) olyan könnyű olajat tartalmazó kőzet, amely főként lipidekből alakult ki

**3.7. Ismertesse, hogyan történik a felszínen levő olajhomok kitermelése, feldolgozása, az olaj kinyerése? Milyen környezeti hatásokkal jár ez?**

- a) a kibányászott olajhomokot forró vízzel kell kimosni
- b) a kibányászott olajhomokot hőkezelné kell,
- c) egy hordó olajhomokból kinyert olaj előállítása 80-100 kg üvegházgáz (kén-dioxid, nitrogén oxidok, szén-dioxid) kibocsátásával jár

**3.8. Ismertesse, hogyan történik a felszínen levő olajpala kitermelése, feldolgozása, az olaj kinyerése? Milyen környezeti hatásokkal jár ez?**

- a) fel kell forrósítani a kőzetet, hogy „ki lehessen szivattyúzni” belőle a kőolajat
- b) a kitermelt kőzetből (olajpala) nagyteljesítményű sajtolókkal kell kipréselni a kőolajat
- c) a kitermelt kőzetet (olajpala) aprítani, majd hőkezelné kell, a hő hatására mintegy „kiolvad” a palából az olaj

**3.9. Ismertesse, hogyan történik a kőolaj kinyerése a felszín alatt található olajpala, olajhomok esetében?**

- a) a mélyen levő olajpala és az olajhomok ultrahangos kezelésével „szabadítják” ki az olajat
- b) a mélyen levő olajpala és az olajhomok mikroszkopikus résekben elraktározott olajat melegítéssel teszik „folyóssá”, hogy ezután lehessen a kőzetből kiszivattyúzni
- c) viszkozitás csökkentő anyagokat sajtolnak bele a pala és a homok mikro pórusai közé

**3.10. Mit jelent a ciklikus gőz stimulációs (Cyclic Steam Stimulation - CSS) technológia?**

- a) Első lépésben vízgőzt nyomnak a rétegbe, ettől a bitumen jelentősen felmelegszik, hosszú időn keresztül „oldódik”. Az így keletkezett szuszpenziót kiszivattyúzzák.
- b) Egyik csövön benyomják a vízgőzt, a másik csövön pedig feljön a kőolaj
- c) A vízgőz ciklikus benyomása „megmozgatja” a bitumént és az így „kimozgatott” kőolajat már könnyebb kiszivattyúzni, esetenként a gőznyomás már kinyomja azt

**3.11. Ismertesse a kanadai olajhomok kitermelés környezeti hatásait!**

- a) másfél Magyarországnyi tajgaerdőt kell ehhez kiirtani. Kanada üvegházgáz kibocsátása 26 %-kal nőtt 1990 óta, kitermelés jóval energiaigényesebb, mint a hagyományos kitermelés
- b) értéktelen tűzeglápos területen történik a kitermelés, a „víz-olaj zagyot” könnyű szétválasztani, mert az olaj kisebb sűrűségű a víznél
- c) egy hordó olaj kitermeléséhez 3 (olajpala esetén 2–5) hordónyi víz kell, a mocsaras területeket pedig egyébként is le kell csapolni

**3.12. Honnan származik a palagáz?**

- a) A palagáz a palában keletkezik magas hőmérsékleten és nyomáson
- b) A palagáz az építkezési pala előállításának mellékterméke
- c) A palagáz palából vehető ki, amely aprószemcsés, üledékes kőzet, petróleumban és természetes gázokban gazdag.

**3.13. Mely országokban vannak gázpala lelőhelyek Európában?**

- a) Spanyolország, Portugália, Anglia, Norvégia, Dánia
- b) Franciaország, Lengyelország, Ukrajna, Románia, Ausztria, Németország, Magyarország

c) Oroszország, Spanyolország, Magyarország, Ausztria, Németország,

**3.14. Milyen technológiával oldják meg a mélyben levő, kis áteresztő képességű szerkezetek fellazítását, áttörését?**

a) Függőleges fúrás a palarétegig, a rétegek hidraulikus repesztése, vízszintes fúrás, ha kell a szerkezet fellazítása kémia robbantással, a beszivárgott gáz kiszívása

b) Kőzet fellazítása robbantásokkal történik és ezt követően feljön a gáz.

c) A mélybe lefúrnak és hagyják, hogy szivároгjon a gáz.

**3.15. Sorolja fel, milyen súlyos környezetterhelő módszereket alkalmaznak a kőolajpala, olajhomok feldolgozása során!**

a) nagy mennyiségű energiát használnak fel, ami elérheti a kivett anyag energiatartalmát, nagyon sok édesvizet kell felhasználni, ezek, mint hulladékok maradnak a felszínen

b) erdőirtások, láp lecsapolások

c) állati élőhelyek elpusztítása

**3.16. Milyen alapanyagból mit állítanak elő a Fischer –Tropsch – szintézissel?**

a) műanyagból cseppfolyós szénhidrogéneket állítanak elő

b) kőszénből katalitikus hidrogénezéssel városi gázt, majd ezután cseppfolyós szénhidrogéneket állítanak elő

c) lignocellulózából cseppfolyós szénhidrogéneket állítanak elő

**3.17. Mit nevezünk városi gáznak (szintézisgáznak)?**

a) a szintézisgáz, más néven városi gáz, a szén-monoxid és hidrogén elegye

b) a városi gáz a földgáz

c) a városi gáz a megtisztított propán bután gázkeverék

**3.18. Milyen katalizátorokat alkalmaznak a Fischer–Tropsch-eljárás során?**

a) A leggyakoribb katalizátor a vas és a kobalt,

b) nemesfém katalizátor

c) kerámia a katalizátor

**3.19. Milyen „alapanyagokból” lehet előállítani szintetikus kőolajszármazékokat (szintetikus benzin, szintetikus dízelolaj)?**

a) mindenféle szerves anyagból katalitikus krakkolással

b) szénből, biogázból, lignocellulóz tartalmú növényi részekből, halogénekkal felépített műanyagokból Fischer–Tropsch-eljárással, és katalitikus krakkolással

c) csak műanyagokból Fischer–Tropsch-eljárással

**3.20. Milyen „alapanyagok” felhasználására alkalmas a katalitikus krakkolás?**

a) bioetanol

b) lignocellulóz tartalmú növényi részek, halogénekkal felépített műanyagok

c) mindenféle szerves anyag

## 6. Megoldáskód 3-as témához

|     |   |      |   |      |   |      |   |
|-----|---|------|---|------|---|------|---|
|     |   |      |   |      |   |      |   |
| 3.1 | a | 3.6  | b | 3.11 | a | 3.16 | b |
| 3.2 | b | 3.7  | b | 3.12 | c | 3.17 | a |
| 3.3 | b | 3.8  | c | 3.13 | b | 3.18 | a |
| 3.4 | c | 3.9  | b | 3.14 | a | 3.19 | b |
| 3.5 | a | 3.10 | a | 3.15 | a | 3.20 | b |

## 7. Hivatkozások

[3.1] Kőolaj kitermelés és feldolgozás 2012 („The Oil Drum”); <http://www.theoil Drum.com/>) (Lásd: 63)

[3.2] Hagyományos és a nem hagyományos ásványolaj kitermelések várható időbeli menete; <http://www.theoil Drum.com/node/3001> (Lásd: 65)

[3.3] Olajpala és olajhomok bányászata, palaolaj és homokolaj előállítása; [http://en.wikipedia.org/wiki/Non-conventional\\_oil](http://en.wikipedia.org/wiki/Non-conventional_oil)

[3.4] Wyoming, Utah, Colorado olajpala-telepei az Amerikai Egyesült Államokban; [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colorado,\\_Utah\\_and\\_Wyoming\\_oil\\_shale\\_deposits.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Colorado,_Utah_and_Wyoming_oil_shale_deposits.jpg) (Lásd: 66)

[3.5] Olaj pala kitermelés „külszíni fejtéssel”; <http://www.treehugger.com/corporate-responsibility/dept-of-interior-cancels-bush-administration-oil-shale-leasing-plans.html> (Lásd: 69)

[3.6] Olajhomok bánya Kanadában (Syncrude Aurora, Boreal Forest north of Fort McMurray) <http://www.greenpeace.org/canada/en/campaigns/Energy/tarsands/> (Lásd: 72)

[3.7] Bitumen ciklikus gőz stimulációja. (Cyclic Steam Stimulation - CSS) [http://www.ags.gov.ab.ca/energy/oilsands/alberta\\_oil\\_sands3.html](http://www.ags.gov.ab.ca/energy/oilsands/alberta_oil_sands3.html) (Lásd: 74)

[3.8] Olajpala lelőhelyek Magyarországon [http://fn.hir24.hu/csucsfogyaszto/2008/10/28/nem\\_lehetunk\\_olajnagyhatalom](http://fn.hir24.hu/csucsfogyaszto/2008/10/28/nem_lehetunk_olajnagyhatalom) (Lásd: 76)

[3.9] Palagáz lelőhelyek a Földön; <http://www.palagaz.eu/> (Lásd: 77)

[3.10] *Palagáz bázisok az Egyesült Államok kontinentális részén*; <http://daryanenergyblog.wordpress.com/peak-oil-primer/part-2-solutions/> (Lásd: 78)

[3.11] Gázpala lelőhelyek Európában <http://econews.com.au/news-to-sustain-our-world/eu-says-shale-gas-needs-regulation-not-ban/> (Lásd: 79)

[3.12] *Konvencionális földgáz és palagáz lelő helyek sémája*; <http://geology.com/energy/shale-gas/> (Lásd: 80)

[3.13] A gázban gazdag palarétegből történő kitermelés sémája; <http://claudearpi.blogspot.hu/2011/04/while-debate-is-raging-in-europe-and.html> (Lásd: 82)

[3.14] *A palából történő kitermelés csövek kiépítésével*; [http://daryanenergyblog.files.wordpress.com/2012/07/beeb\\_shale\\_extraction\\_dig.gif](http://daryanenergyblog.files.wordpress.com/2012/07/beeb_shale_extraction_dig.gif) (Lásd: 83)

[3.15] *Fischer-Tropsch reakció sémája*; [http://blog.cafefoundation.org/?attachment\\_id=2576](http://blog.cafefoundation.org/?attachment_id=2576) (Lásd: 84)

[3.18] Katalitikus krakkolás; <http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Krakkol.htm>



Energiahordozók nem hagyományos  
bányászata, előállítása (palaolaj,  
homokolaj, palagáz)

---

[3.19]A T-Technology katalitikus depolimerizálás reaktora és annak működése;  
<http://www.pinterworks.hu/admin/kepek/file/pcphu.pdf> (Lásd: 85)

---

## 4. fejezet - Kőolaj feldolgozó technológiák, frakcionálás, krakkolás, környezeti hatásai

A kőolaj nagyon sokféle, változatos összetételű szerves vegyületet tartalmaz. Ezeket alkalmazási területeik szerinti csoportonként választják el. Így a finomítás jelentése szélesebb értelemben magába foglalja a termékek **tisztításán** (pl. kéntelenítés) kívül a kőolaj frakciókra bontását, amely **frakcionált atmoszférikus és vákuum desztilláció** (rektifikálás), valamint katalitikus krakkolás útján következik be.

Kőolajtermékek általában **három kategóriába** sorolhatók:

- könnyű párlatok (LPG, benzin, petróleum),
- közepes párlatok (kerozin, gázolaj),
- nehéz párlatok és a maradék (nehéz fűtőolaj, kenőolaj, viasz, aszfalt).

Így nyert termékek, részben **üzemanyagok**, részben **fűtőanyagok**, mint például a **benzin**, **lámpaolaj**, **repülőgép üzemanyag**, **gyorsjárási dízel**, **hajódízel üzemanyag**, **kazánfűtőolaj**, ill. **pakura**. Az atmoszférikus desztilláció legkönnyebb párlatának ún. **finomdesztillációval való részekre bontásával** különböző **speciális oldószereket** (például petróleumétereket) kapunk.

### 1. Kőolaj finomítás és termékei

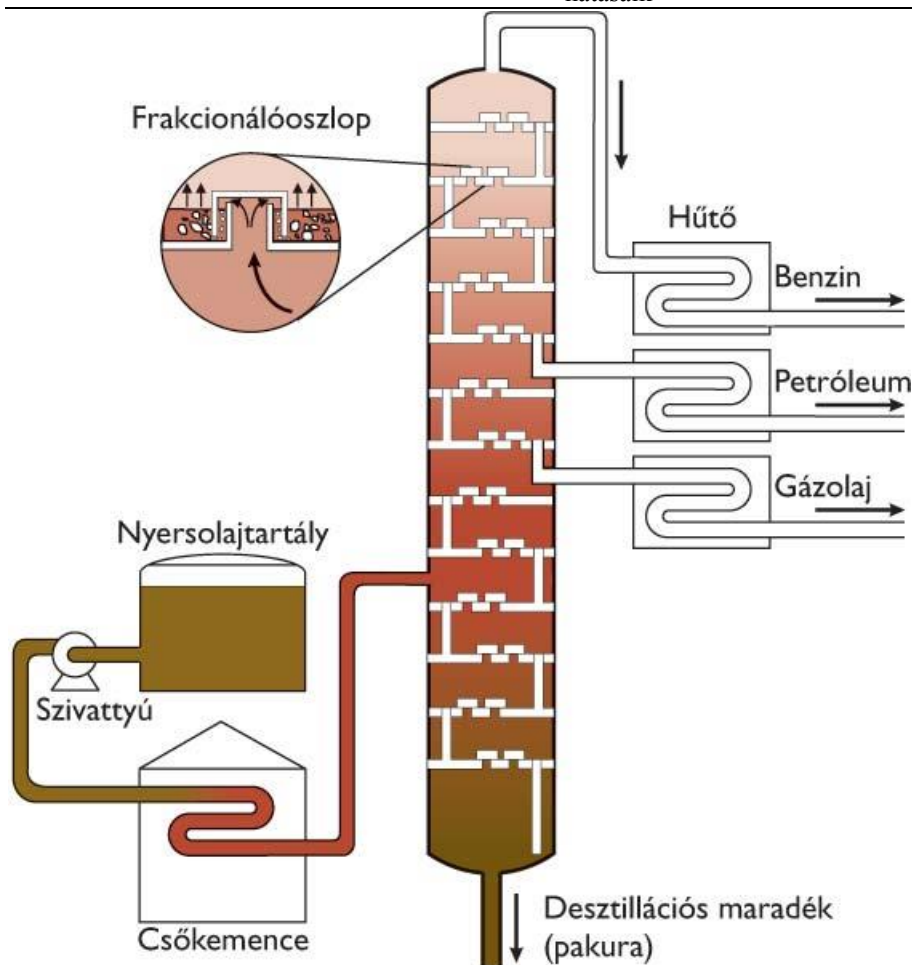
<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszet tudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/energiahordozok/koolaj-finomitas>

#### 1.1. A kőolaj atmoszférikus desztillációja

Az ellenáramú ismételt desztilláció (rektifikálás) elvét, lépéseit a következő ábra alapján ismertetjük:

1. A csökemencében felmelegített nyersolajat a torony elgőzölögtető terébe vezetik be, ahol a folyékony és gőzhalmazállapotú komponensek szétválnak. A hőmérséklet itt körülbelül 398-400 °C. A felfelé haladó gőzök fokozatosan hűlnek le, így legalul a legmagasabb forráspontú komponensek csapódnak le és válnak folyékonyá. Ott vezetik el a pakurát, utána sorban felfelé a következőket: nyers gázolaj, petróleum, nehézbenzin, nyersbenzin.
2. A toronyban a gőzök minden tálcán folyadékon átbuborékolva szállhatnak felfelé.
3. A lefelé folyó **refluxhatására amagassabb forráspontú termékek fokozatosan cseppfolyósodnak**, csak a legkisebb forráspontú komponensek juthatnak gőzhalmazállapotban felfelé.
4. Felfelé haladva a frakcionáló oszlop felső részén, a szobahőmérsékleten is gáznemű összetevők (metán, etán, propán, bután) távoznak.
5. A tányérok közötti függőleges csövek túlfolyók. A folyadékfrakciók egy része visszafolyik az előző tányérra.
6. Az alacsonyabb forráspontú összetevők gőz formájában felfelé, az alacsonyabb forráspontúak folyadék formájában lefelé áramlanak.
7. Az egyes tányérokra a gőz-folyadék egyensúlyt megközelítő dinamikus egyensúly áll be. .

#### 4.1. ábra - A kőolaj desztillációját végző torony sematikus rajza



<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszetudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/energiahordozok/koolaj-finomitas>

A kőolaj-finomítás főbb termékeit a táblázat foglalja össze

1. Táblázat. A kőolaj-finomítás főbb termékei

| Termék                                                      | Szénatomszám                     | Felhasználás                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nyersbenzin, petróleum (gazolin), könnyűbenzin, nehézbenzin | C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub>  | oldószer, sebbenzin, motorbenzin                                                                   |
| Világítóolaj (petróleum, kerozin)                           | C <sub>11</sub> -C <sub>12</sub> | traktor, repülőgép, rakéta hajtóanyaga, benzinyártás                                               |
| Gázolaj (dízolaj)                                           | C <sub>13</sub> -C <sub>19</sub> | autók, traktorok, mozdonyok, hajó és teherautómotorok hajtóanyaga                                  |
| Pakura (párlási maradék; kenőolaj, vazelin, paraffin)       | C <sub>20</sub> -C <sub>30</sub> | tűzelés eőművekben, gőzmozdonyokban, különböző minőségű kenőolajok, gyógyszerek, kozmetikai szerek |
| Bitumen                                                     | C <sub>31</sub> -C <sub>50</sub> | útépítés, szigetelés                                                                               |

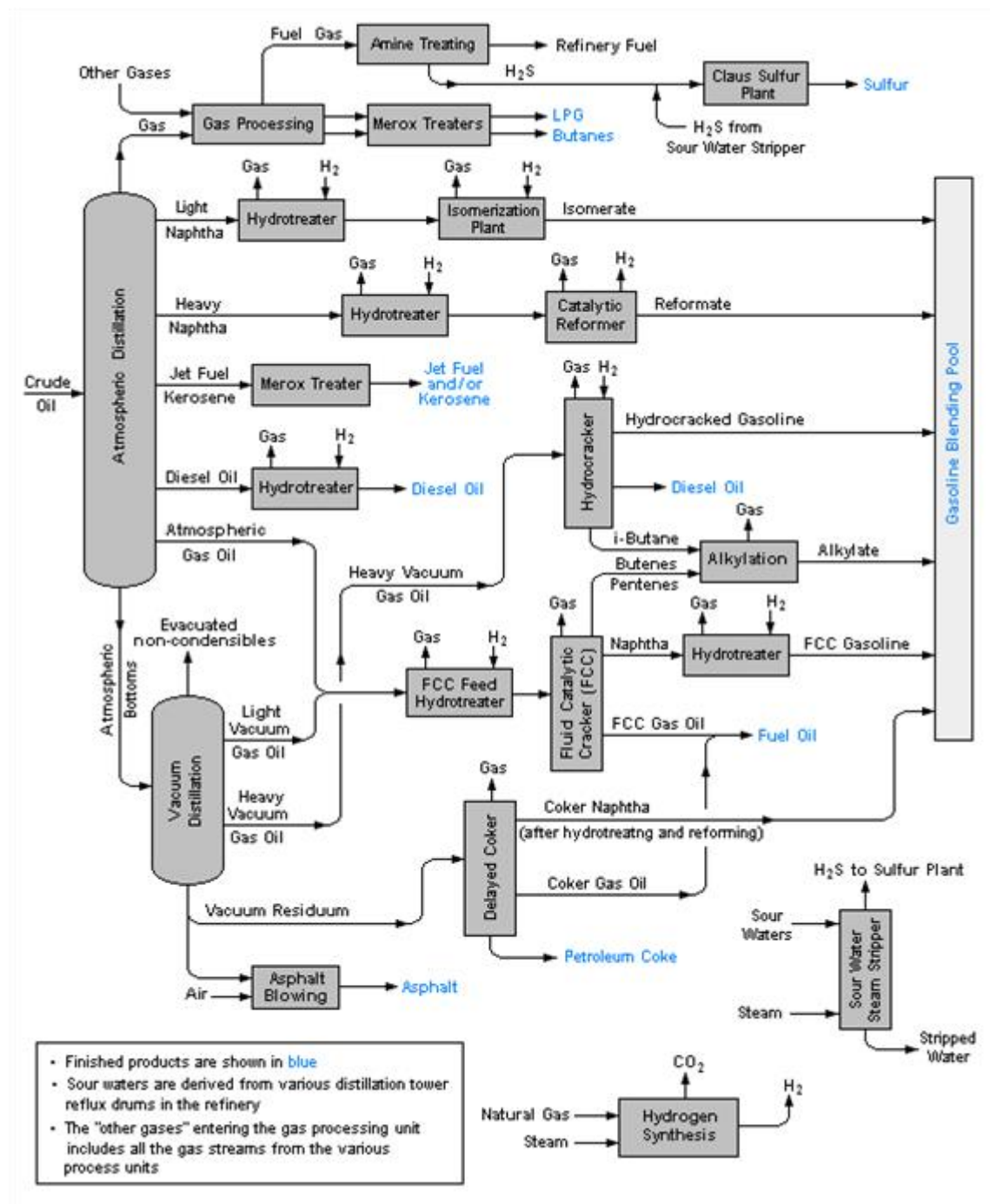
A különböző kőolajpárlatot összetétel és jelentőség szempontjából a következők jellemzik:

**Nyersbenzin:** A kis szénatomszámú folyékony szénhidrogénekből álló nyersbenzinből további finomítás, kéntelenítés, szétválasztás során különböző minőségű benzint (sebbenzint, petrolétert, stb.), vegyipari alapanyagot (vegyipari benzint) és adalékolással motorbenzint állítanak elő. A benzin, mint vegyipari alapanyag. A különféle képpen előállított benzinből fontos szénhidrogéneket választanak el, amelyeket azután a vegyipar különböző szerves vegyületek (pl. műanyag, gyógyszer, stb.) szintézisére használ fel.

**Petróoleum:** A petróleumot világításra ma már alig használják, a petróleumból előállított kerozin azonban a sugárhajtóműves repülőgépek üzemanyaga.

**Dízelolaj:** Az előző párlatokénál is hosszabb szénláncú molekulákból álló dízelolaj a Diesel-motorok üzemanyaga.

#### 4.2. ábra - A kőolaj feldolgozás részletes folyamat ábrája





A finomításhoz tartozik az atmoszférikus desztillációs maradék, a *pakura frakciókra* történő bontása, amely *vákuum desztillációval* történik. Ennek során állítanak elő olyan speciális termékeket, mint a *különböző kenő- és paraffinolajok* (orsó-, könnyű gép-, motor-, és nehéz henger-olaj), *paraffin viasz*, különféle *vágóolajok* és *kenőzsírok*. A *kenő- és paraffinolajok* nagyobb viszkozitású folyadékok, a gépalkatrészek működés közben bekövetkező kopását csökkentik. Ma már csak kisebb részüket használják kenőanyagként, a többiből - további feldolgozás (hőbontás) során - a sokkal keresettebb benzint állítják elő. A nagy szénatomszámú, fehér, szilárd *paraffinból* gyertyát, gyógyszer tartalmazó kúpokat gyártanak. A desztilláció végén visszamaradó sötét anyagot, a *bitument az utépítésnél használt aszfalt kötőanyagaként* használják fel. .

#### *A kőolaj-finomítók elhelyezése*

Egy kőolaj finomító telephelyének kijelölésénél a következő szempontokat célszerű figyelembe venni:

- Elég messze legyen lakott területektől.
- Jó infrastruktúrával kell rendelkezni az alapanyagok és a termékek szállításához.
- Jelentős elektromos energia ellátást kell biztosítani a létesítmény üzemeltetéséhez.
- Nagyon sokféle hulladékkezelést biztosító szolgáltatásnak kell rendelkezésre állni.

A finomítóknak nagy mennyiségű gőzre és hűtővízre van szüksége. Olajfinomítókat ezért gyakran telepítik jól hajózható folyók vagy a tenger partjára. A tankerekkel történő szállítás miatt a tenger felől (vagy folyón) nagyon komolyan kiépített terminálra van szükség. A kőolajnak csővezetéken történő szállításában is nagy szükség van a bőséges vízellátásra. Ha sem csővezetékes, sem tankeres szállításra nincs lehetőség, vasúti kocsikon, közúti tartálykocsikon és uszályokon történik a szállítás. A petrokémiai üzemek kapcsolódnak vegyiüzemekhez, műanyaggyárakhoz, oldószergyárakhoz, műtrágyagyárakhoz, növénytermesztéshez, stb.

## **1.2. Kőolajfinomítás a világban**

A 19. században, a finomítók, az USA-ban a kőolajból elsősorban kerozint állítottak elő. Az automobil feltalálása után eltolódott a kereslet a benzin és a gázolaj előállítására irányába, és ezek az elsődleges finomított termékek ma. Ma, a nemzeti és állami jogszabályok megkövetelik, hogy a finomítók feleljenek meg szigorú levegő és a víz tisztasági szabványoknak. Az USA-ban 1981-1995 között a kőolaj feldolgozó kapacitás 15.000.000 hordó/naponta (2.400.000 m<sup>3</sup>/d). Addig, amíg 1982-ben az Egyesült Államokban üzemeltetett 301 finomító együttes nyersolaj feldolgozó kapacitása naponta 17,9 millió hordó (2.850.000 m<sup>3</sup>) volt, addig 2010-ben a 149 üzemképes amerikai finomító dolgozta fel a közel hasonló mennyiséget (17,6 millió hordó/nap = 2.800.000 m<sup>3</sup>/nap). Az Egyesült Államokban is van erős nyomás, hogy megakadályozzák az új finomítók építését.

### **4.3. ábra - Kőolajfinomító lepárlótornyok, Anacortes, Washington állam, USA**



<http://www.seos-project.eu/modules/marinepollution/marinepollution-c02-s10-p01.fr.html>

**4.4. ábra - Kőolajfinomító a finomítás termékeinek tartályai, Schell Anacortes, Washington USA**



[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Anacortes\\_Refinery\\_32017.JPG](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Anacortes_Refinery_32017.JPG)

**4.5. ábra - A világ egyik legnagyobb kőolajfinomítója Haifában, Izrael**





[http://en.wikipedia.org/wiki/Oil\\_refinery](http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_refinery)

Biztonsági és környezetvédelmi szempontok

A finomítási eljárás során számos különböző vegyi anyag szabadulnak fel és jut a légkörbe (jellegzetes szag érződik a finomító közelében. A szennyezés kiterjed a levegőre, szennyvíz hálózatra, ezen kívül jelentős a kockázata az ipari baleseteknek, mint a tűz, a robbanás, és jelentős az ipari zaj. Sokfelé a világban a lakott területekhez nagyon közel jöttek létre az olajfinomítók, amelyek mára óriási üzemekké terebélyesedtek. (Campo de Gibraltar, CEPSA finomító Gibraltar közelében, CEPSA finomító Santa Cruzban Tenerife szigetén, Spanyolország; Contra Costa County és Solano County, szomszédos városi területek Richmond, Martinez, Pacheco, Concord, Pittsburg, Vallejo és Benicia).

#### 4.6. ábra - A Texas City finomítóban bekövetkezett robbanás utáni tűzoltás



<http://www.guardian.co.uk/business/2010/aug/12/bp-texas-city-explosion-fine>

### 1.3. Kőolajfinomítás Magyarországon: MOL Zrt.

[http://www.mol.hu/hu/vallalati\\_ugyfeleknek/finomitas\\_kereskedelem/finomitas/](http://www.mol.hu/hu/vallalati_ugyfeleknek/finomitas_kereskedelem/finomitas/)

Magyarországon egyedüli vállalként foglalkozik a MOL Nyrt. kőolaj-finomítással. A MOL-csoport finomítóinak összehangolt működtetésével biztosítják a régió országainak magas minőségű kőolajtermékekkel történő ellátását.

A MOL Zrt. kőolaj-feldolgozó létesítményei:

**Százhalombattai Dunai Finomító** Az 1965 óta üzemelő finomító kapacitása évi 8,1 millió tonna. Magyarországon jelenleg egyedül itt folyik kőolaj-desztilláció. Az üzemanyagok, fűtőolajok mellett propán-bután gáz (PB) termékeket, bitumeneket, valamint a vegyipari termékek széles skáláját állítják itt elő.

**Slovnaft Bratislavai Finomító** A Dunai Finomító mellett a közép-európai térség legkomplexebb létesítménye, melynek feldolgozó-kapacitása évi 6,1 millió tonna kőolaj. Az üzemanyagok és energetikai termékek mellett bitumeneket és vegyipari termékeket állít elő.



**Tiszai és Zalai Finomítók** A Zalai Finomítóban különböző bitumen termékeket, elsősorban speciális, építőipari bitumeneket állítanak elő. A Tiszai Finomító a közeli Tiszai Vegyi Kombinát alapanyag-ellátásában lát el fontos szerepet.

**Almásfüzitői Kenőanyagüzem** A gyár feladata a kenőanyag-keverés és kiszerezés, itt készülnek a Slovnaft kenőanyagai is.

**Rijeka és Sisak** A kisebbségi MOL tulajdonban lévő horvát olajtársaság, az INA finomítói is jelentős kapacitást képviselnek. (Rijeka: 4,5 millió tonna/év; Sisak: 2,2 millió tonna/év).

Finomítók külön szervezetben

A magyarországi finomítók, illetve a Slovnaft pozsonyi finomítója ma már a MOL-csoport Termékellátás és Kereskedelem Divízió (TKD) integrált Finomítás szervezetének részei.

#### 4.7. ábra - A MOL Zrt. kőolaj-finomítója Szászhalmombattán



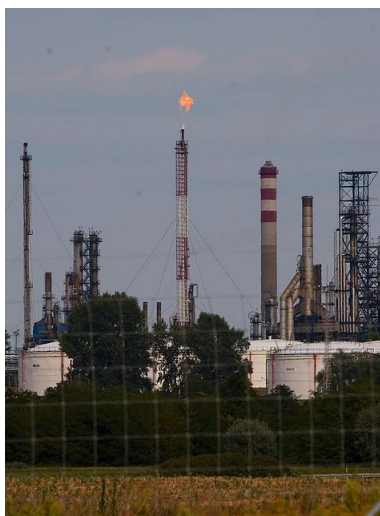
Fejlesztések a környezetvédelem érdekében

A Dunai Finomítóban, az EU 2005 projekt keretében új **gázolaj-kénmentesítő**, motorbenzin-kéntelenítő és hidrogéngyár épült, továbbá a felújították a gázolajkeverő és -tároló üzemet. A 60 milliárd forintos fejlesztés révén az üzemanyagok minősége már 2006-ban kielégítette az Európai Unióban csak 2009-ben hatályba lépő előírásokat. 2005. július 1-től kizárólag kénmentes (azaz maximum 10 ppm kéntartalmú) üzemanyagokat lehet forgalmazni. Az útépítési és építőipari bitumenjeik, vegyipari termékeik megfelelnek a legszigorúbb vevői elvárásoknak és környezetvédelmi előírásoknak.

#### 4.8. ábra - A MOL Zrt. Szászhalmombatta. Lepárló tornyok közelről



4.9. ábra - MOL Zrt. Órláng Szászhalombattán



## 2. Katalitikus krakkolás és főbb termékek

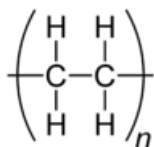
### 2.1. Fluidágyas katalitikus krakkolás

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Fluid\\_katalitikus\\_krakkolás](http://hu.wikipedia.org/wiki/Fluid_katalitikus_krakkolás)

Az atmoszférikus desztilláció maradéka a **pakura**. Ezt korábban elsősorban fűtőolajként eltűzték. Újabb technológiákkal, vákuumdesztillációval különböző kenőolajpárlatokat állítanak elő belőle, valamint fehéráru gyártására használják fel (krakkolás, hidrokrakkolás, kokszolás).

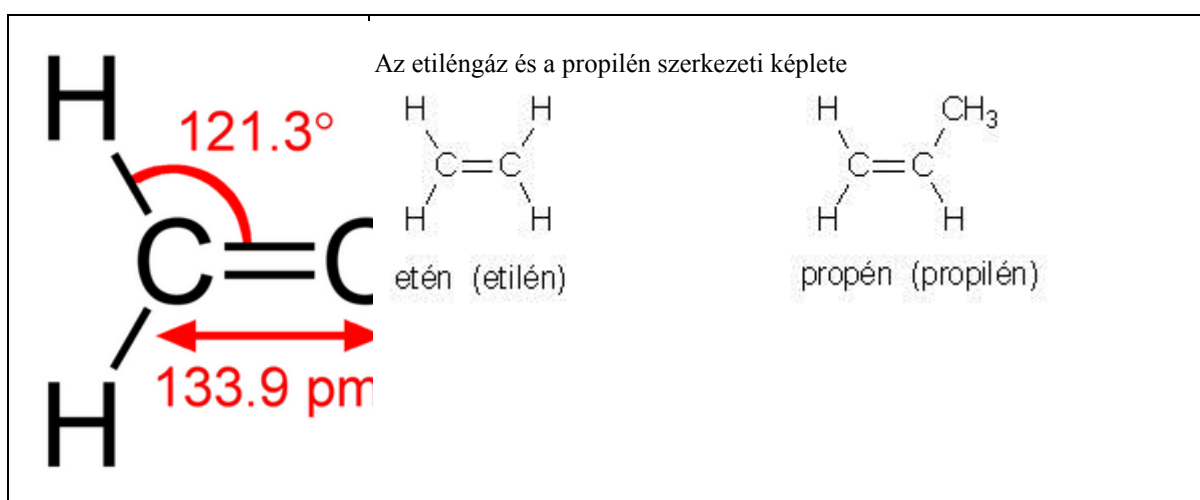
A pakurán kívül, a kőolaj finomításakor **világító petróleum** is keletkezik, amelyet szintén akkora mennyiségben, már nem használják fel közvetlenül. Ezt a szénhidrogén frakciót is alkalmazzák, kisebb szénatomszámú szénhidrogén molekulákra történő bontására, mind **motorbenzinnek alkalmas** (gépjármű üzemanyag), **elágazó szénláncú szénhidrogének**, mind pedig az **etilángáznak** (eténnek) azelőállítására.





<http://hu.wikipedia.org/wiki/Polietilén>

Az etilén egy másik alkalmazási területe a nagyüzemi gyümölcsstermesztés során azon alapszik, hogy **a gyümölcsök érését az etén sietteti**, azaz gyümölcsérlelő növényi hormon. Az etilén-gáz nagyüzemi előállításával lehetőség nyílt arra, hogy „érleljék” a gyümölcsöket. Még zölden szedjék le őket, mivel zölden sokkal jobban „elviselik” a hosszas szállítást. A gyümölcsöket ezután raktárakban etilén-gáz segítségével érlelik meg, és ezután kerüljenek azokba az áruházakba, ahol majd megvesszük őket. Napjainkban, több, mint 20féle növény esetében (alma, banán, citrom, narancs, szőlő, kávé stb.) alkalmazzák „sikeresen” ezt a technológiát. (A penészgombák szintén tartalmazzak etilén-gázt, ezért érik gyorsabban a penésszel fertőzött gyümölcs). Az eténnel továbbá időzíteni lehet különféle dísznövények virágzását, befolyásolja egyes magvak csírázását, hagymák, gumók kihajtását.



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Polietilén>

A krakkolás útján előállított etén további alkalmazása, belőle az alkének további tagjának származtatása. Az **1-alkének** homológ sorának tagjai ugyanúgy vezethetők le a sorozat legegyszerűbb tagjából, az **etén**ből, mint az alkán-sorozat tagjai a metánból. Az etén ( $C_2H_4$ ) szerkezeti képletében egy hidrogénatomot metilcsoporttal helyettesítve, a három szénatomos alkén, a **propén** ( $C_3H_6$ ) állítható elő: <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/szerves-kemia-szerves/ch06.html>

### 3. Kérdések

- 4.1. Mit ért a kőolaj finomítás fogalma alatt?
- 4.2. Nevezze meg a kőolajtermékek három kategóriáját!
- 4.3. Soroljon fel a kőolaj termékek közül üzemanyagokat és fűtőanyagokat!
- 4.4. Fogalmazza meg a frakcionált desztilláció elvét!
- 4.5. Ismertesse a nyersolaj lepárló toronyban a kőolaj esetében a szétválasztás menetét!
- 4.6. Sorolja fel, hogy szénatom szám szerint milyen termékeket állítunk elő atmoszférikus desztilláció során!
- 4.7. Sorolja fel, hogy vákuum desztillációval milyen termékeket állítunk elő a pakurából!
- 4.8. Ismertesse, földrajzilag hova célszerű telepíteni egy modern kőolajipari létesítményt!



4.9. Sorolja fel, hol vannak a MOL Zrt.-nek kőolaj-feldolgozó létesítményei!

4.10. Milyen fejlesztéseket hajtottak végre Dunai Finomítóban 2005-ben a környezetvédelem érdekében?

4.11. Mik a kőolaj atmoszférikus desztillációjának „maradékai”?

4.12. Milyen termékei vannak a pakura és a petróleum fluidizált ágyas katalitikus krakkolásának?

4.13. Miből „készül” az etilén?

4.14. Milyen hőmérsékleti és nyomás értékeket kell biztosítani a nagy szénatomszámú kőolajpárlatok krakkolásához?

4.15. Milyen műanyag termékünk alapanyaga az etén?

4.16. Mire használjuk még az etilént a nagyüzemi gyümölcsstermesztés során?

## 4. Tesztek

### 4.1. Nevezze meg a kőolajtermékek három kategóriáját!

4.1.a. Könnyű párlatok, közepes párlatok, nehéz párlatok és a maradék

4.1.b. Benzin, petróleum, kerozin,

4.1.c. Benzin, kerozin, gázolaj

### 4.2. Soroljon fel a kőolaj termékek közül üzemanyagokat és fűtőanyagokat!

4.2.a. Üzemanyagok (benzin, lámpaolaj, repülőgép üzemanyag), fűtőanyagok (kazánfűtőolaj, ill. pakura.)

4.2.b. Üzemanyagok (benzin, repülőgép üzemanyag, hajódízel üzemanyag), fűtőanyagok (lámpaolaj, kazánfűtőolaj, pakura.)

4.2.c. Üzemanyagok (benzin, kerozin), fűtőanyagok (gázolaj, pakura.)

### 4.3. Milyen fejlesztéseket hajtottak végre Dunai Finomítóban 2005-ben a környezetvédelem érdekében?

4.3.a. Új lepárló tornyok, gázolaj-kénmentesítő építése, motorbenzin-kéntelenítő, gázolajkeverő felújítás

4.3.b. Gázolaj-kénmentesítő, gázolajkeverő építés, tároló üzem és motorbenzin-kéntelenítő felújítás

4.3.c. Gázolaj-kénmentesítő, motorbenzin-kéntelenítő, hidrogéngyár építés, gázolajkeverő és tároló üzem felújítás

### 4.4. Mik a kőolaj atmoszférikus desztillációjának „maradékai”?

4.4.a. Pakura, világító petróleum,

4.4.b. Elágazó szénláncú szénhidrogének

4.4.c. Etilángáz

### 4.5. Milyen termékei vannak a pakura és a petróleum fluidizált ágyas katalitikus krakkolásának?

4.5.a. Polietilén

4.5.b. Kisebb szénatom számú szénhidrogén molekulákra és elágazó szénláncú szénhidrogénekre bontás

4.5.c. Gépjármű üzemanyagok, etének.

### 4.6. Milyen hőmérsékleti és nyomás értékeket kell biztosítani a nagy szénatomszámú kőolajpárlatok krakkolásához?

4.6.a. 500-600 °C, 2-2,5 bar nyomás

4.6.b. 500-600 °C, atmoszféra nyomás

4.6.c. 400-450 °C, 2 bar nyomás.

**4.7. Milyen műanyag termékünk alapanyaga az etén?**

4.7.a. Az alkének alapanyaga

4.7.b. A polimetilén alapanyaga

4.7.c. A polietilén alapanyaga

**4.8. Mire használjuk még az etilént a nagyüzemi gyümölcsstermesztés során?**

4.8.a. Gyümölcsök érésének gyorsítására

4.8.b. Mikroorganizmusok elpusztítására

4.8.c. Gyümölcsök szállításánál a tartósításra

## 5. Megoldáskód a 4-es témához

|     |   |     |   |     |   |
|-----|---|-----|---|-----|---|
| 4.1 | a | 4.4 | a | 4.7 | c |
| 4.2 | b | 4.5 | b | 4.8 | a |
| 4.3 | c | 4.6 | a |     |   |

## 6. Hivatkozások

[4.1]Kőolaj finomítás és termékei <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/energiatorozok/koolaj-finomitas> (Lásd: 87)

[4.2]Kőolaj feldolgozás részletes folyamat ábrája. [http://en.wikipedia.org/wiki/Oil\\_refinery](http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_refinery) (Lásd: 88. 91)

[4.3]Kőolajfinomító lepárlótornyok, Anacortes, Washington állam, USA <http://www.seos-project.eu/modules/marinepollution/marinepollution-c02-s10-p01.fr.html> (Lásd: 89)

[4.4]A Texas City finomítóban bekövetkezett robbanás utáni tűzoltás <http://www.guardian.co.uk/business/2010/aug/12/bp-texas-city-explosion-fine> (Lásd: 92)

[4.5]Kőolajfinomítás Magyarországon: MOL Zrt [http://www.mol.hu/hu/vallalati\\_ugyfeleknek/finomitas\\_kereskedelem/finomitas/](http://www.mol.hu/hu/vallalati_ugyfeleknek/finomitas_kereskedelem/finomitas/)

[4.6]Fluidágyas katalitikus krakkolás [http://hu.wikipedia.org/wiki/Fluid\\_katalitikus\\_krakkolás](http://hu.wikipedia.org/wiki/Fluid_katalitikus_krakkolas)

[4.7]A polietilén szerkezeti képlete [http://hu.wikipedia.org/wiki/Polietilén](http://hu.wikipedia.org/wiki/Polietilen) (Lásd: 98)

[4.8]Alkének homológ sorának előállítása <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/szerves-kemia-szerves/ch06.html>

---

# 5. fejezet - Fémek előállításának fizikai, kémiai alapjai

A **fémten** (régábbi nevén *metallográfia*) a fémek és ötvözetek tulajdonságait fémfizikai alapokon tárgyaló és vizsgáló tudomány. Ezen belül foglalkozik a fémek és ötvözetek szerkezetével, a szerkezetvizsgálat módszereivel, a fémek mechanikai tulajdonságaival, a mágneses tulajdonságokkal, a korrózióval stb.

A kohászati **tüzeléstan** a kohászati folyamatokban használatos kemencékkel, kazánokkal és más melegítő berendezésekkel, a fűtő és hőcserélő berendezésekkel, a tűzállóanyagokkal, energiahordozókkal és égéstermékekkel, tüzelési módszerekkel stb. foglalkozó tudomány.

## 1. A fémek feldolgozásának fizikai alapjai. Fémten, tüzeléstan

### 1.1. Fémten

<http://erettsegisegedlet.blogspot.hu/2010/02/femek-tulajdonsagai-metal-properties.html>

<http://www.ptable.com/?lang=hu>

Fizikai tulajdonságok:

1. **áramvezetés:** elektromos áram hatására a delokalizált kötő elektronok (elektronsereg) egy irányba mozdulnak el. Szilárd fémeknél nagyobb az áramvezetés, mint az olvadékoknál;
2. **hővezetés:** a rácspontokban lévő atomok rezgőmozgása és a delokalizált elektronok segítségével történik;
3. **fémes fény és szín:** a delokalizált elektronok a minden irányból jövő fény egy részét elnyelik, másik részét visszaverik, ezért szürkék;
4. **olvadás- és forráspont:** függenek a fém atom tömegétől, atomátmérőtől, a közöttük lévő kötési energia és a koordinációs nagyságától, fémenként nagy az eltérés, mert a d alhéj elektronjai is részt vesznek a kovalens kötésben;
5. **sűrűség:** az atom tömegétől függ;
6. **szívósság, rugalmasság:** maradandó alakváltozás részleteit lásd a fizikában;
7. **ötvözetek:** ha a fémeket más fémekkel összeolvasztjuk ötvözetet kapunk. A fém olvadékában más fémek feloldódnak és együtt kristályosodnak, tulajdonságuk nagyon megváltozik;

Kémiai tulajdonságok:

A fémek a kémiai reakciók során sok esetben oxidálódnak, mert kicsi az ionizációs energiájuk és az elektronegativitásuk.

Ebből következik, hogy vegyületeikből a fémek csak költséges redukciós folyamattal vagy eljárással állíthatók elő:

1. **kémiai korrózió:** a korróziót oxidációs folyamat okozza, aminek az az oka, hogy külső elektronjukat könnyen leadják, ilyenkor gázokkal és nem elektrolit olvadékokkal reakcióba lépnek. Néhány fém felületén összefüggő oxidréteg alakul ki, pl. az alumínium felületén az alumíniumoxid, más fémeknél az oxidréteg porózus, és alatta az oxidáció tovább folytatódik, ilyen, pl. a vas felületén a vas-oxi-hidroxid, a rozsdá. Ez kivédhető a fém passzivitásával, pl. a vasat rövid időre tömény salétromsavba mártjuk, majd sósavoldatba. Az arany és a platina nem korrodálódik.
2. **elektrokémiai korrózió:** a kémiai energia elektromos energiává alakul át a folyamatban, ezt gyorsítja a nedvesség, különösen, ha van a levegőben széndioxid (CO<sub>2</sub>), vagy kéndioxid (SO<sub>2</sub>), a párában ezek

feloldódnak, és savas elektrolitok keletkeznek. A lényeg: a különbözőségek következtében a felület egyes részeinek különbözővé válik az elektródpotenciálja. A különböző potenciálú helyek képezik a lokális elemeket, amelyek pólusai között korróziót előidéző áramok indulnak. Tovább gyorsul a vastárgyak elektrolitikus korróziójának folyamata makroelem létrehozásával, ha például a vashoz rezet kötnek, de lassul, ha cinket kötünk (a mai autógyártásban az autók karosszériáját cinkfürdőbe mártják, és így érik el a 20 éves át-rozsdásodás elleni védelmet). Ezzel a mesterségesen létrehozott makroelemmel biztosítják a karosszéria korrózió elleni védelmét (katódos védelem). Ha ugyanis a védendő fémtárgyat egy negatívabb normálpotenciálú fémrel kötjük össze, akkor utóbbi egy makroelem anódjává válik, és annak korróziója következik be.

**Szín:** általában ezüstös fényű, csillogó. Két kivétel van, a réz (Cu) vörös, az arany (Au) sárga. A fémek por alakban általában feketék.

**Szag:** A fémek szagtalanok. Kivétel az ozmium (Os), aminek szúrós szaga van.

**Keményység:** A legpuhább fémek késsel vághatóak (nátrium, kálium), a legkeményebbek közé az ozmium (Os), irídium (Ir), wolfrám (W), a titán (Ti) vagy a króm (Cr) tartozik. A folyékony higany nem puha fém

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sűrűség:</b> Gyakorlati szempontból megkülönböztetünk könnyűfémeket ( $5 \text{ g/cm}^3$ sűrűség alatt) és nehézfémeket ( $5 \text{ g/cm}^3$ sűrűség fölött). A legkisebb sűrűségű fém a lítium ( $0,5 \text{ g/cm}^3$ ) a legnagyobb sűrűségű az irídium $22,65 \text{ g/cm}^3$ . | <b>Áramvezetés:</b> A fémek elektromos vezetése a hőmérséklet emelésével csökken (a nemfémeké ezzel párhuzamosan nő). A fémek elsőfajú vezetők, azaz bennük elektronok vezetnek (nem ionok). A legjobban vezető fémek között van az ezüst és az arany, valamint a réz. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Néhány fém sűrűsége: ( $\text{g/cm}^3$ ) |       | Fajlagos elektromos vezetés: ( $\text{Am/Vmm}^2$ ) |    |
|------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------|----|
| nátrium (Na)                             | 0,968 | Ezüst                                              | 63 |
| alumínium (Al)                           | 2,7   | Réz                                                | 56 |
| vas (Fe)                                 | 7,87  | Arany                                              | 45 |
| réz (Cu)                                 | 8,96  | Alumínium                                          | 37 |
| ezüst (Ag)                               | 10,5  | Vas                                                | 10 |
| ólom (Pb)                                | 11,34 |                                                    |    |
| higany (Hg)                              | 13,5  |                                                    |    |
| arany (Au)                               | 19,32 |                                                    |    |
| platina (Pt)                             | 21,45 |                                                    |    |

Kémiai elemek listája

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Kémiai\\_elemek\\_listája](http://hu.wikipedia.org/wiki/Kémiai_elemek_listája)

1. Táblázat Kémiai elemek fizikai adatai

| R | V | Név | Atom- | Sűrűség ( $\text{g/cm}$ | Olvadáspont | Forráspont | Fajhő | E.n. |
|---|---|-----|-------|-------------------------|-------------|------------|-------|------|
|---|---|-----|-------|-------------------------|-------------|------------|-------|------|



Fémek előállításának fizikai, kémiai  
alapjai

|    |    |           | tömeg  | 3 )   | Kelvin  | Kelvin | kJ/kg K |      |
|----|----|-----------|--------|-------|---------|--------|---------|------|
| 47 | Ag | Ezüst     | 107,87 | 10,50 | 1234,15 | 2435   | 0,235   | 1,93 |
| 13 | Al | Alumínium | 26,98  | 2,70  | 933,40  | 2792   | 0,897   | 1,61 |
| 79 | Au | Arany     | 196,97 | 19,28 | 1337,73 | 3129   | 0,129   | 2,54 |
| 20 | Ca | Kalcium   | 40,08  | 1,54  | 1112,15 | 1757   | 0,647   | 1,00 |
| 48 | Cd | Kadmium   | 112,41 | 8,69  | 594,33  | 1040   | 0,232   | 1,69 |
| 27 | Co | Kobalt    | 58,93  | 8,86  | 1768,15 | 3200   | 0,421   | 1,88 |
| 24 | Cr | Króm      | 51,99  | 7,15  | 2130,15 | 2944   | 0,449   | 1,66 |
| 29 | Cu | Réz       | 63,54  | 8,96  | 1357,75 | 2835   | 0,385   | 1,90 |
| 26 | Fe | Vas       | 55,84  | 7,87  | 1808,15 | 3134   | 0,449   | 1,83 |
| 80 | Hg | Higany    | 200,59 | 13,53 | 234,43  | 630    | 0,140   | 2,00 |
| 49 | In | Indium    | 114,81 | 7,31  | 429,91  | 2345   | 0,233   | 1,78 |
| 19 | K  | Kálium    | 39,09  | 0,86  | 336,50  | 1032   | 0,757   | 0,82 |
| 12 | Mg | Magnézium | 24,30  | 1,74  | 923,15  | 1363   | 1,023   | 1,31 |
| 25 | Mn | Mangán    | 54,94  | 7,44  | 1519,15 | 2334   | 0,479   | 1,55 |
| 42 | Mo | Molibdén  | 95,96  | 10,22 | 2890,15 | 4912   | 0,251   | 2,16 |
| 11 | Na | Nátrium   | 22,99  | 0,97  | 371,15  | 1156   | 1,228   | 0,93 |
| 41 | Nb | Nióbium   | 92,90  | 8,57  | 2741,15 | 5017   | 0,265   | 1,60 |
| 28 | Ni | Nikkel    | 58,69  | 8,91  | 1726,15 | 3186   | 0,444   | 1,91 |
| 78 | Pt | Platina   | 195,08 | 21,46 | 2045,15 | 4098   | 0,133   | 2,28 |
| 51 | Sb | Antimon   | 121,76 | 6,68  | 904,05  | 1860   | 0,207   | 2,05 |
| 14 | Si | Szilícium | 28,08  | 2,33  | 1683,15 | 3538   | 0,705   | 1,90 |
| 50 | Sn | Ón        | 118,71 | 7,28  | 505,21  | 2875   | 0,228   | 1,96 |
| 38 | Sr | Stroncium | 87,62  | 2,64  | 1042,15 | 1655   | 0,301   | 0,95 |
| 22 | Ti | Titán     | 47,87  | 4,54  | 1933,15 | 3560   | 0,523   | 1,54 |
| 92 | U  | Urán      | 238,03 | 18,95 | 1405,15 | 4404   | 0,116   | 1,38 |
| 23 | V  | Vanádium  | 50,94  | 6,11  | 2175,15 | 3680   | 0,489   | 1,63 |

Fémek előállításának fizikai, kémiai  
alapjai

|    |    |           |        |       |         |      |       |      |
|----|----|-----------|--------|-------|---------|------|-------|------|
| 74 | W  | Volfrám   | 183,84 | 19,25 | 3680,15 | 5828 | 0,132 | 2,36 |
| 39 | Y  | Ittrium   | 88,91  | 4,47  | 1799,15 | 3609 | 0,298 | 1,22 |
| 30 | Zn | Cink      | 65,38  | 7,13  | 692,88  | 1180 | 0,388 | 1,65 |
| 40 | Zr | Cirkónium | 91,22  | 6,50  | 2125,15 | 4682 | 0,278 | 1,33 |

R – rendszám

V – vegyjel

E.n. – elektronegativitás

Szilárd oldatok

Az oldás és az oldódás fizikai folyamat, az alkotók fizikai eljárással szétválaszthatók. A mindennapokban amikor oldásról beszélünk, általában egy folyadék old valamilyen szilárd anyagot. A **szilárd oldat** típusú ötvözetekben ez a folyamat szilárd állapotban megy végbe. A fém és az oldódó anyag atomjai közös kristályrácsba rendeződnek, az oldó anyag rácsszerkezetének megfelelően. Az oldódó anyag atomjai helyettesíthetik a rácsot alkotó fématomokat, vagy elfoglalhatják a rácsban az atomok közötti üres helyeket.

A **helyettesítéses** más néven **szubsztitúciós szilárd oldatok** kialakulásának feltételei:

1. Az oldott anyag atomjai csak akkor helyettesíthetik a rácsban a fématomot, ha mérete csak kis mértékben (<15%) tér el a fématom átmérőjétől.
2. Az oldó fémnek és az oldott anyagnak azonos vegyértékűnek kell lennie.
3. Az oldó fém és az ötvözőelem atomszerkezetének hasonlóknak kell lennie, vagyis a periódusos rendszerben közel kell lenniük egymáshoz.
4. Az oldó fémnek és az oldott anyag rácsszerkezetének azonos típusúnak kell lennie.

Szubsztitúciós szilárd oldat csak az összes feltétel teljesülésével jön létre. Mivel a kristályrács bármely fématomját lehet helyettesíteni, ezért a szubsztitúciós szilárd oldatokra a korlátlan oldhatóság jellemző. A gyakorlatban használt fémek között ritka az ilyen oldás, de pl. **a réz a nikkelt így oldja**.

Ha az oldott anyag atomja elég kicsi ahhoz, hogy elfoglalja a kristályrácsban a fématomok között lévő helyeket, akkor **beékelődéses**, úgynevezett **interszticiós oldás** jön létre. Ezen helyek száma és mérete meghatározott a rácsban, így az oldás mértéke is korlátozott. Az üres helyek mérete a hőmérséklet csökkenésével csökken, így az oldóképesség is csökken. Interszticiósan oldódik pl. **a vasban a szén**.

A fématomok kevés számú vegyértékelektronja viszonylag kis energiával kötődik az atommaghoz. A **fématomokat** tehát **kis ionizációs energia jellemzi**, ami a nemfémekhez viszonyított kisebb elektron vonzóképeség következménye. A fémkristályokban fémes kötés alakul ki. A fémes kötéssel összekapcsolt fématomok alkotják a szilárd fémrácsot.

#### Fémrács típusok a következők

1. lapon középpontos kockarács; melyben a koordinációs szám: 12
2. térben középpontos kockarács; melyben a koordinációs szám: 8
3. hatszöges v. hexagonális kockarács; melyben a koordinációs szám: 12.

A fémek nagy része olvadt állapotban egymásban oldódik; az olvadék lehűlve, a fémes jelleget megtartva kristályosodik ki és szilárdul meg, **így jönnek létre az ötvözetek**. Az ötvözetek sok esetben előnyösebb fizikai-kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a tiszta fémek. Pl. a krómmal ötvözött vas ellenáll a rozsdásodásnak, ha nikkelt is tartalmaz, akkor saválló. Az ötvözetek a nagyobb mennyiségű alapfémből és a

kisebbségi mennyiségű ötvözőanyagból állnak. A legismertebb ötvözetek az acél, a sárgaréz (Cu+Zn) és a bronz (Cu+Sn).

A **kovácsolás** az eredeti durva szövetszerkezetet finomabbá teszi, a helyesen megválasztott technológiával a **szárelrendeződés** a majdani igénybevételnek megfelelően alakítható úgy, hogy javuljanak a darab mechanikai tulajdonságai (kontrakció, nyúlás, fajlagos ütemmunka). A kovácsdarabok minősége az alakítás után hőkezeléssel tovább javítható.

## 1.2. Tüzeléstan

Tüzeléstechnikai kutató és Fejlesztő Zrt. bemutatói alapján

<http://www.tuki.hu/index.php?id=iparikemencek>

A kohászati **tüzeléstan** a kohászati folyamatokban használatos kemencékkel, kazánokkal és más melegítő berendezésekkel, a fűtő és hőcserélő berendezésekkel, a tűzállóanyagokkal, energiahordozókkal és égéstermkekkel, tüzelési módszerekkel stb. foglalkozó tudomány.

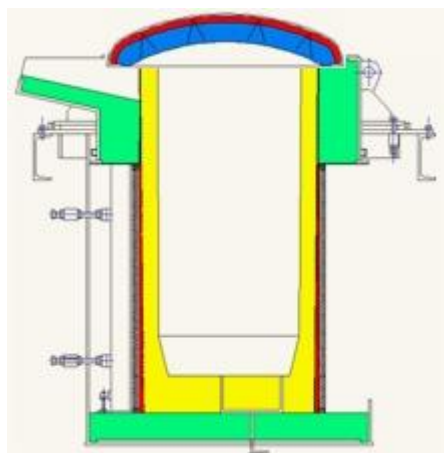
### Tégelyes indukciós kemencék

A **tégelyes indukciós kemencékben** száraz vibromasszákat alkalmaznak vas, acél és réz olvasztásához, több, mint 40 éve. A bázikus termékcsalád **ötvözött acélok** magas **mangán tartalmú acélok olvasztását teszi lehetővé**, főleg folyamatos üzem esetén. A réz és rézötvözetek olvasztásához külön termékcsaládot alkalmaznak.

### Csatornás olvasztó, hőntartó és öntökemence

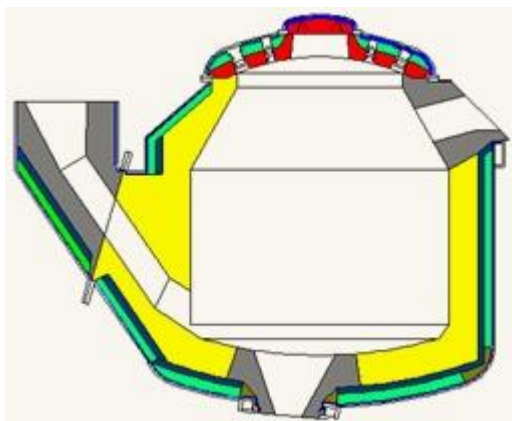
. Az induktorokhoz semleges és bázikus tűzálló bélésanyagok állnak rendelkezésre.

#### 5.1. ábra - Tégelyes indukciós kemence



<http://auras.hu/alkalmazasok/>

#### 5.2. ábra - Csatornás olvasztó, hőntartó és öntökemence



<http://auras.hu/alkalmazasok/>

### 5.3. ábra - Forgódobos alumínium olvasztó kemence



<http://www.rath.hu/main.php?sorszam=8>

### 5.4. ábra - Alumínium olvasztókemence 10 tonna/óra



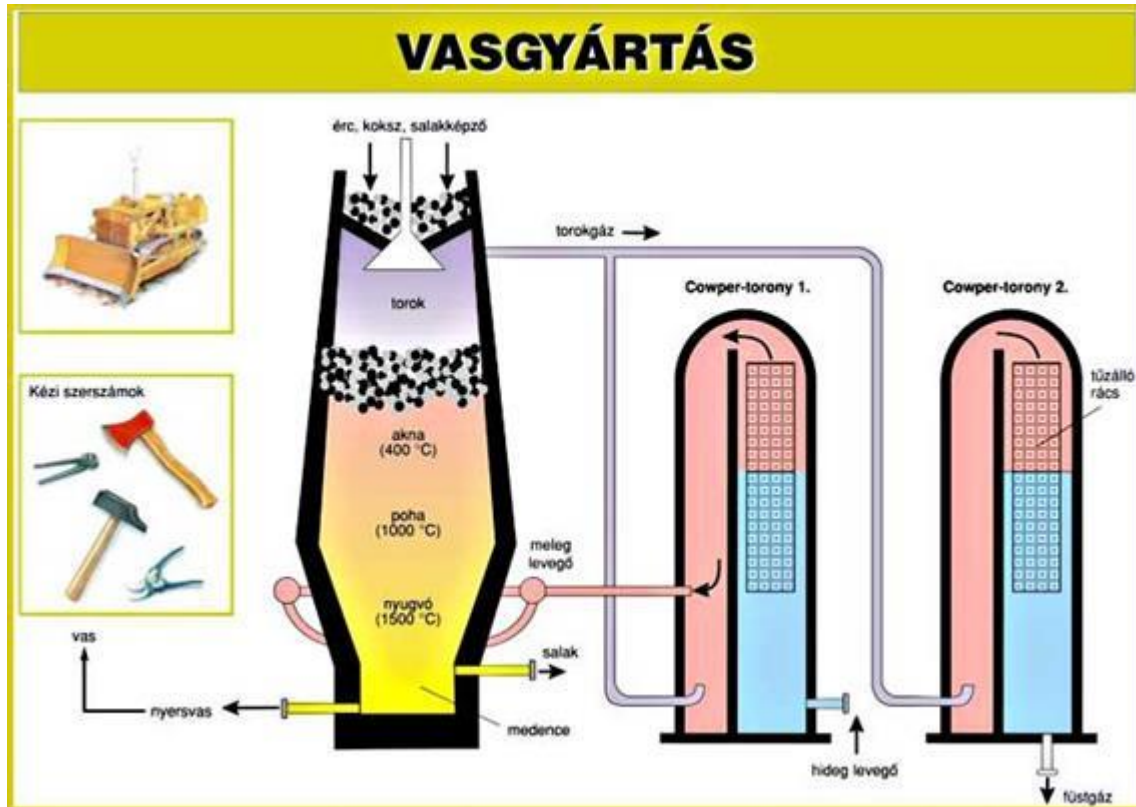
<http://www.tuki.hu/index.php?id=aluolvaszto>

#### Nagyolvasztó

A **nagyolvasztó** a nyersvasgyártás legelterjedtebb kemencetípusa. A **vasérccekből** redukálással állítják elő benne a **nyersvasat**. A **redukciót szén** (karbon) segítségével végzik, amit többnyire koks formájában használnak fel. A nagyolvasztó maga a nyersvas előállítására szolgáló aknás kemence. Működtetése azonban több, egyéb feladatot ellátó egységet is igényel. Ilyenek például a léghevítők, a fűvógépház, a torokgáztisztító stb. Ezeket – a nagyolvasztóval együtt – **nagyolvasztóműnek** nevezik.

### 5.5. ábra - Nagyolvasztómű elemei: nagyolvasztó, torokgáz hevítők, tisztítók

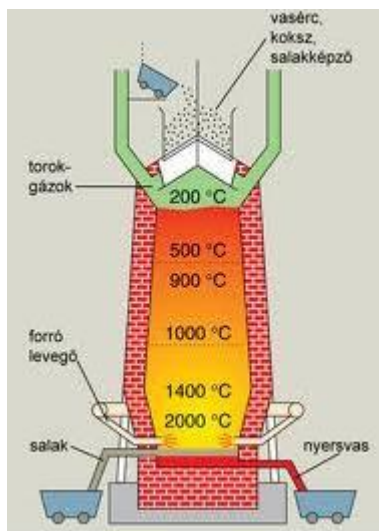




[http://www.tanszertar.hu/eken/2007\\_02/seged\\_0702/vasgy.htm](http://www.tanszertar.hu/eken/2007_02/seged_0702/vasgy.htm)

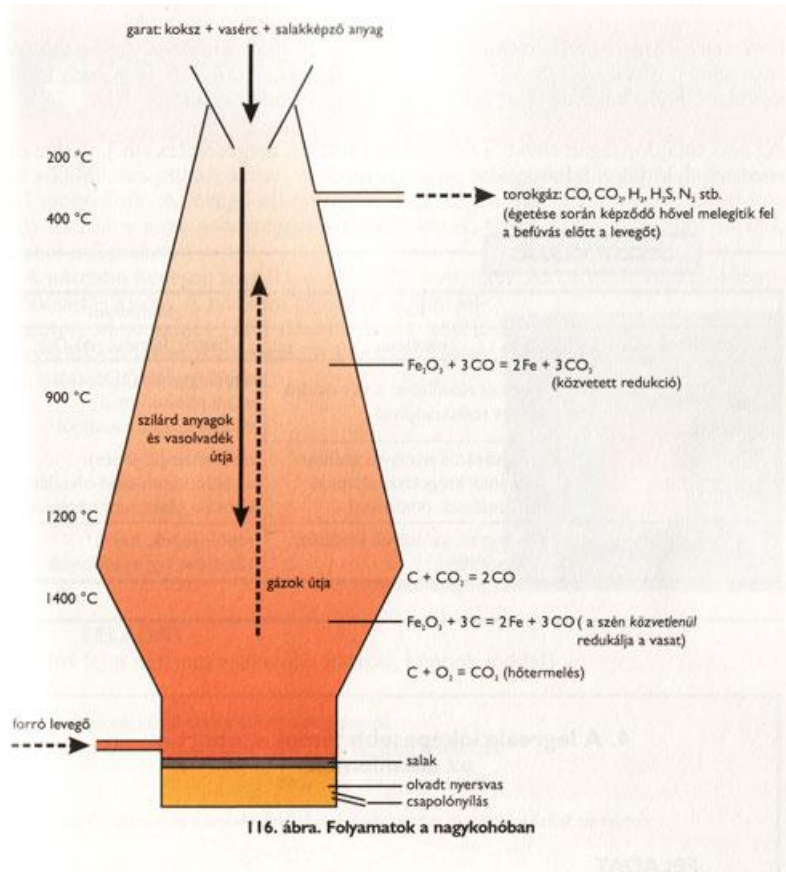
A nagyolvasztó méreteit hasznos magasságával, medencéjének átmérőjével és hasznos térfogatával szokás jellemezni. A nagyolvasztók fejlődése során egyre nagyobb kemencéket építettek, de a méretnövekedést sokkal inkább az átmérővel érték el, mint a magasság növelésével. A legnagyobb magassági méretek a **30–35 méter** körüli tartományban vannak, a hasznos térfogat pedig az **5000 köbmétert** is meghaladja.

### 5.6. ábra - A nagyolvasztóban a hőmérséklet eloszlása



<http://www.dunaferr.hu/01-vallalati/tech3.htm>

### 5.7. ábra - A nagyolvasztóban lejátszódó folyamatok



<http://www.m79.eoldal.hu/cikkek/kemia-/vasgyartas.html>

### 5.8. ábra - DUNAFERR nagyolvasztó



### 5.9. ábra - Öntődei formaizzító kemence



<http://www.tuki.hu/index.php?id=egyebkemence>

### 5.10. ábra - Kamrás kovácsüzemi izzító kemence regeneratív tüzelőberendezéssel



<http://www.tuki.hu/index.php?id=acelizzito>

### 5.11. ábra - Kerámiaégető kemence



<http://www.rath.hu/main.php?sorszam=8>

## 2. A fémek feldolgozásának energiaigénye és környezeti hatásuk.

### 2.1. A feldolgozó technológiák energiaigénye

A timföldből elektrolízissel 99,7 %-os 99,5 %-os és 99,0 %-os tisztaságú *kohóalumíniumot* lehet előállítani. Ez jó korrózióállóságú, kis villamos ellenállású, de kis szilárdságú fém. Előnyös tulajdonságai a szennyezők csökkentésével javulnak. Az alumínium finomítását **többszöri elektrolízissel** végzik. Ezzel a módszerrel 99,99%-os tisztaságú alumínium állítható elő. Ez a művelet igen energiaigényes: **1 kg kohóalumínium** előállításához **20 kWh**, **1 kg nagytisztaságú alumíniumhoz** pedig **39-40 kWh** villamos energia szükséges. A tiszta alumínium képlékeny alakíthatósága kitűnő, de nehezen forgácsolható (kenődik).

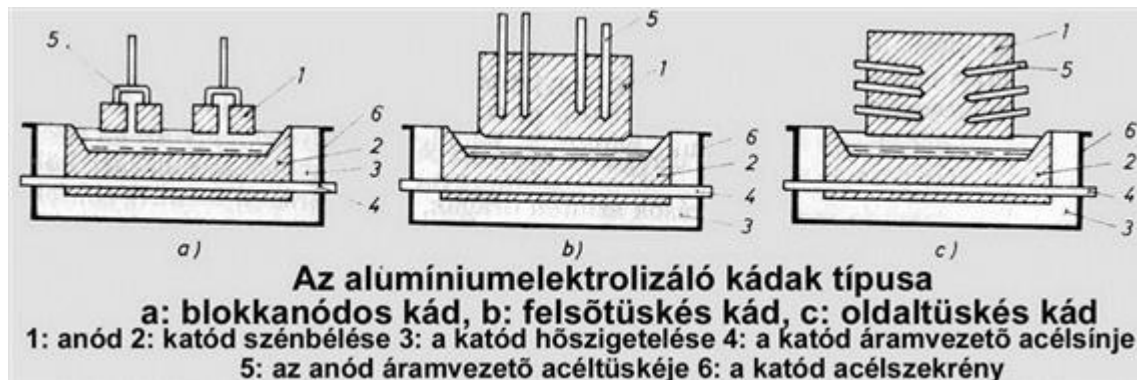
**Az alumíniumelektrolízis elve és alaptörvénye.**

<http://www.szubjektum.hu/bauxit/text/Alugyar.htm>



Az alumínium normál elektródpotenciálja  $\text{Al}/\text{Al}^{3+} = -1,66 \text{ V}$ , ezért vizes oldatból elektrolízissal nem lehet kiválasztani, ugyanis  $\text{H}_2$  leválás kezdődik. A **tűzzel folyó olvadék alkalmas** az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  elektrolízises bontására és **az alumínium leválasztására**. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -nak nagy olvadáspontja ( $2045^\circ\text{C}$ ) miatt nem a timföld-olvadékot, hanem a **kriolitban** ( $\text{Na}_2\text{AlF}_6$ ) **oldott  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -at**  **$\sim 950^\circ\text{C}$  hőmérsékleten** elektrolizálják.

## 5.12. ábra - Alumínium elektrolizáló kádak



<http://www.szubjektum.hu/bauxit/text/Alugyar.htm>

Az elektrolízishez használt katódként illetve anódként a **szénelektrodok** váltak be. Az anódon levált oxigén folyamatosan oxidálja a szénanódot, ezért azt állandóan pótolni kell. A szénanód használata **hőtechnikai** szempontból előnyös, mert a reakció közben keletkező reakcióhő csökkenti az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  elbontásának villamosenergia-igényét, vagyis az anód égése jó hatásfokkal hasznosul.

A fémek elektrolízisét a Faraday törvénye írja le. Az elektrokémiai egyenérték tömegű mennyiség leválasztásához (96500 Coulomb)  $26,8 \text{ Ah}$  elektromos töltésmennyiség szükséges. A 3 vegyértékű alumíniumból tehát  $1000 \text{ Ah}$  árammennyiség  $0,3354 \text{ kg}$  alumíniumot választ le. Az  $1 \text{ kA}$  áramerősségű cellában (kádban) elméletileg naponta  $8 \text{ kg}$ , évente  $2938 \text{ kg}$  alumínium nyerhető. Az ipari termeléshez nagy,  $10\text{-}20 \text{ kA}$ -es áramerősségre van szükség. A II. világháború után már  $100\text{-}130 \text{ kA}$  áramerősséggel épültek kohók. A legmodernebb kohók  **$150\text{-}250 \text{ kA}$**  árammal üzemelnek.

### Az alumíniumkohók energiaellátása

Az alumínium előállításához felhasznált összenergia mintegy  $75\%$ -a villamos energia. Korszerű alumínium kohókban  **$14500\text{-}15000 \text{ kWh}$**  elektromos energia szükséges  **$1 \text{ tonna}$**  alumínium előállításához. Ennek megfelelően, ha egy év alatt (azaz  $8800$  óra alatt) akarunk  $1 \text{ tonna}$  alumíniumot előállítani, ehhez folyamatosan  **$1,7\text{-}1,8 \text{ kW}$**  villamos teljesítményt szükséges biztosítani szükséges. Tehát egy  $100 \text{ kt}$  éves kapacitású kohó mintegy  $175 \text{ MW}$  villamos teljesítményt igényel. Egy kohókádsor, amely  $180\text{-}220$  db sorba kapcsolt kádat jelent, egyenáramú feszültsége általában  $800\text{-}1000 \text{ V}$ . A számolt elektromos teljesítményhez szükséges a kádsoron  $150\text{-}200 \text{ kA}$ -es áramerősség. A transzformátorok primer oldala általában  $30\text{-}35 \text{ kV}$ . Ezek a rendszerek külön transzformátorral kapcsolódnak a  $200\text{-}400 \text{ kV}$ -os hálózathoz.

### Az elektrolízis reakciói és folyamata

Az elektrolízis hőmérséklete  $950\text{-}970^\circ\text{C}$ , az **olvadt kriolit és az oldott timföld** disszociált állapotban van. A gyakorlati és az elméleti leválasztás viszonya általában  $0,85\text{-}0,95$  közötti érték (a katódon megjelenő alumínium tömege kisebb lesz, mint a Faraday törvénye szerint várható elméleti érték. Ennek okai: az alumínium egy része visszaoxidálódik, az áram szennyezőket is leválaszt ( $\text{Fe}$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{Cu}$ , ) és kisebb rövidzárlatok is létrejönnek. A kohók a termelés gazdaságosságát szem előtt tartva minél nagyobb áramhatásfok elérésére törekszenek.

## 2.2. A feldolgozó technológiák környezeti hatása

2. táblázat. A különböző gyártási folyamatok során keletkező  $\text{CO}_2$  évi mennyisége

|  | Az évi $\text{CO}_2$ kibocsátás<br>$1012 \text{ kg}$ | Az emberiség által $\text{CO}_2$ kibocsátott teljes<br>mennyiség %-ában |
|--|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|--|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|



|                                                 |      |     |
|-------------------------------------------------|------|-----|
| Vas (nagyolvasztó)                              | 1,11 | 5,4 |
| Alumínium (elektrolízis)                        | 0,52 | 2,5 |
| Cink (elektrolízis + Imperial-Smelting eljárás) | 0,07 | 0,3 |
| Szintézisgáz (földgáz-átalakítás)               | 0,30 | 1,4 |
| Összesen                                        | 2,00 | 8,6 |

#### A vasgyártás káros hatásai

Az alkalmazott hagyományos vasgyártási módszer rendkívül környezetszennyező. A hagyományos olvasztás során a vasércet koksszal keverik, ami reakcióba lépve a vasoxiddal széndioxidot és szénmonoxidot termel. Egy tonna nyersvas előállításánál egy tonna szén-dioxid képződik. Nem tüzeléssel, az elektrolízis: A **vasércet szilícium dioxid oldatban 1600 Celsius fokon feloldják**, majd elektromos áramot vezetnek át rajta. A negatív töltésű oxigén ionok a pozitív töltésű anódhoz vándorolnak, ebben az esetben kizárólag oxigén távozik. A pozitív töltésű ionok ennek megfelelően a negatív katódnál gyűlnek meg, ahol **folyékony elemi vasra redukálódnak**, amit miután leülepszik, egyszerűen kiszippantanak. Azonban ez a módszer is számos problémát rejt magában. Nagyon nagy az elektromos teljesítmény igénye, **tonnánként** megközelítőleg **2000 kWh**, így az eljárás ipari alkalmazása még fejlesztésre szorul.

3. Táblázat. A Bayer-eljárás 1 tonna timföldre eső anyag és energiaigénye a magyar timföldgyárakban

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Száraz bauxit            | 2,33 t  |
| Friss marónátron         | 150 kg  |
| Nagynyomású gőz          | 1,4 t   |
| Kisnyomású gőz           | 1,3 t   |
| Fűtőolaj (kalcináláshoz) | 95 kg   |
| Villamos energia         | 320 kWh |
| Elsődleges hőenergia     | 15,4 GJ |

## 3. A fémek feldolgozásának kémiai alapjai

A fémek redukáló sora

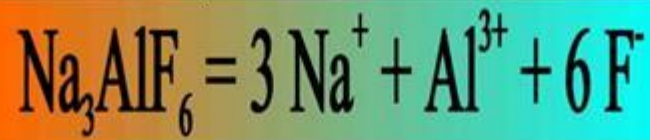
<http://hu.wikipedia.org/wiki/Fémek>

K, Ca, Na, Mg, Cr, Al, Zn, Fe, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

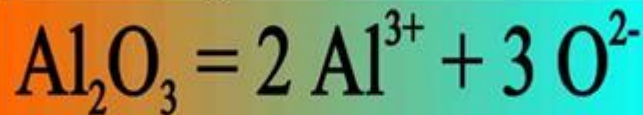
Az alumínium előállítás kémiai folyamata:

### 5.13. ábra - Alumínium előállítás kémiai folyamatai

Ionképződés a kriolit esetén:



Ionképződés timföld esetén:



Az egyenáram hatására a cella alján a szénkatódon folyékony alumínium  
válk le. Az összegyűlt alumínium-olvadék katódként viselkedik.



Az anionok az anódon válnak le, semleges anód esetén a következő  
folyamat szerint.

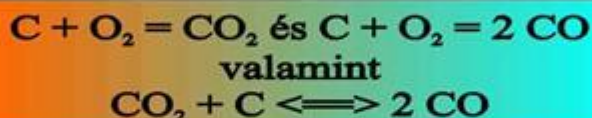


#### 5.14. ábra - Alumínium előállítás kémiai folyamatai

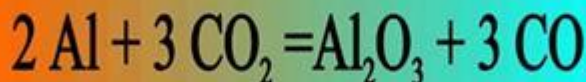
A teljes leválási reakció a következő



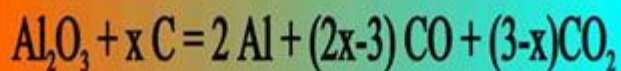
Gyakorlatban a szénanód jelenléte miatt a következő reakciók is  
lejátszódnak



A katódon levált alumínium kismértékben visszaoldódik az elektrolitban



A teljes folyamat tehát a szénanódot is figyelembe véve a következő

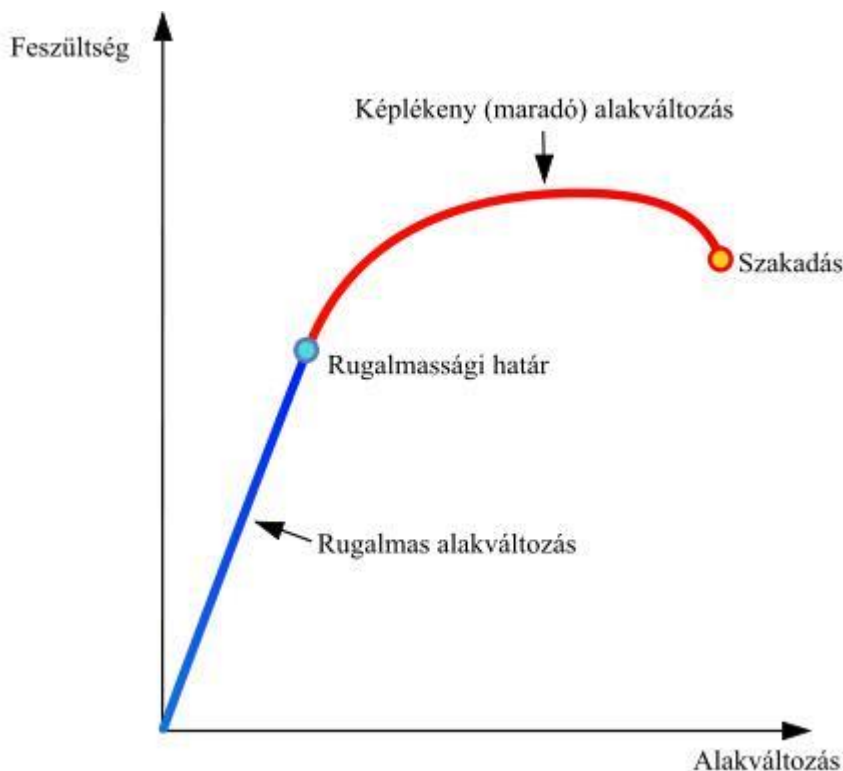


Az oxidáció ellen való védelem

1. elektronleadó készséget befolyásolja
2. *korrozio*: a fém felületéről meginduló átalakulás, amelynek hatására végül a fémtárgy teljesen átalakul, tönkremegy
  - a. a legreakcióképesebb fémeket petróleum alatt, másokat zárt edényben tárolják
  - b. egyes fémeken védő oxidréteg alakul ki (pl. alumínium, króm, nikkel, cink)
  - c. vasat zománccal, festékkel, vagy más fémekkel vonják be a rozsdásodás ellen

**A képlékeny alakítás.** A képlékenyalakítás feltételezi az adott fém képlékenységet. A *képlékenység* a fémeknek az a tulajdonsága, hogy alakjuk megfelelő nagyságú külső terhelés hatására maradandóan megváltoztatható anélkül, hogy az anyag atomjai közötti kötés megszakadna.

### 5.15. ábra - Képlékeny alakítás fizikai leírása



A fémek képlékenyalakítása – általában – rugalmas deformációval kezdődik. A képlékeny alakváltozás akkor következik be, amikor a ható feszültség meghaladja a *rugalmassági határt* vagy folyáshatárt ( $\sigma_f$ ). Ez a folyamat látható a 15. ábrán, ami egy szakítódiagram általános jellegét mutatja be. A görbe végpontja a szakadás (törés), eddig a képlékenyalakító folyamatok természetesen nem mennek el. A képlékeny alakváltozás úgy tud végbemenni, hogy a fém atomsíkjai egymáson elcsúsznak, ezt a jelenséget hívjuk *csúszásnak*. A képlékeny alakváltozás másik lehetséges módja az *ikerképződés*. Az elcsúszás meglehetősen nagy külső erőt igényel. Kiseb erőre (feszültségre) van szükség akkor, ha az atomok nem egyszerre, hanem egyenként mozdulnak el, például egy rácshiba („vakancia”) segítségével. A képlékeny alakváltozás mindig diszlokációk közvetítésével megy végbe.

A fémek képlékenyalakítása történhet melegen, **hidegen vagy félmelegen**. A felmelegített darabok kisebb erőhatással alakíthatók, mert ilyenkor kisebb az alakítási szilárdság ( $k_f$ ) értéke. Egy régebbi felfogás szerint melegalakításnak azt a műveletet nevezték, amikor alakítás előtt felmelegítik a darabot. Ettől helyesebb az a meghatározás, amely szerint a meleg- és a hidegalakítás között az adott fémre jellemző **újrakristályosodási hőmérséklet** a választóvonal, nem pedig a darab tényleges hőmérséklete. Ebben az értelemben például az ólom szobahőmérsékleten végzett alakítása melegalakításnak minősül, míg a volfrámot 1000 °C-on még „hidegen” alakítjuk. Az újrakristályosodási hőmérséklet fölött az egymást követő alakítási műveletek között a fém újrakristályosodik, azaz nem lép fel keményedés. Ezzel szemben a hidegalakítás során a darab keményedik, ami egy idő után akár lehetetlenné is teheti a további alakítást. Ilyenkor – ha további képlékenyalakításra van szükség – a fémot lágyítással ismét alakítható állapotba kell hozni.

A forrasztás alapjai

(<http://hu.wikipedia.org/wiki/Forrasztás>)

A forrasztás egy termikus eljárás fémek összekötésére, „kötőanyag” felhasználásával. Szakszerű lágy- és keményforrasztással több évtizedre létre lehet hozni biztonságos kötést. A forrasztás hőátadás mellett véglegesen összeköt kettő vagy több munkadarabot, **forrasztanyag és a folyasztószer felhasználásával**. A folyasztószer a fémoxidok oldószere. Eltávolítja az oxidokat a forrasztandó felületről, így a felület a forrasztás alatt oxidmentes marad. A folyasztószert lágy, vagy keményforrasztásnál a munkadarabok anyaga és a forrasztanyag forrasztási hőmérséklete alapján választjuk ki. A forrasztanyag csak tiszta fémes felületen tud hálót képezni, szétfutni és megkötni. Helyes munkamódszer esetén a felhevített forrasztanyag hálót képez a forrasztandó felületen, szétfut, és összeköti a két munkadarabot. Fontos tény az is, hogy egy szakszerűen



elkészített forrasztási pont extrém magas igénybevételnek, mint pl. vibráció során fellépő dinamikai terhelésnek is ellenáll.

**Lágyforrasztásnál** a forrasztóanyag olvadáspontja 450 °C alatt van. Pontosabban: az épületgépészetben lágyforrasztásnál a forrasztóanyag hőmérséklete nagyjából 250 °C, keményforrasztásnál 670 °C és 730 °C között van. A *lágyforrasztók* közé tartozik az ón (Sn, olvadáspontja 231,9 °C) a bizmut (Bi, 271,3 °C), a kadmium (Cd, 320,9 °C), az ólom (Pb, 327,4 °C, 2006. július 1-jétől tilos az alkalmazása) és a cink (Zn, 419,4 °C), valamint ezek ötvözei. A *keményforrasztók* az ezüst (Ag, 960 °C), az arany (Au, 1063 °C) és a réz (Cu, 1083 °C), valamint ötvözeik. Az alumínium (Al) és a magnézium (Mg) gyorsan oxidálódnak, ezért forrasztóanyagként való alkalmazásuk csak kivételes esetben jöhet szóba.

**Réz csövek** forrasztásánál az egyes csődarabokat fittingekkel kötik össze. Ezt a technikát hívjuk **kapillárisforrasztásnak**. A fitting és a cső közötti keskeny részbe folyékony forrasztóanyag kerül. A forrasztási résznek egyenletesnek kell lennie a teljes átfedési hosszban.

A **forrasztáshoz hőforrás is kell**. Az épületgépészetben általában nyílt lángú gázégőt vagy egy elektromos ellenállású forrasztógépet használnak. A **gázégő** gázpalackkal vagy gázpatronnal működik. Például: propánégő (levegőből veszi az oxigént), propán-oxigénégő, acetilén-oxigénégő. Az égőt és a gázt úgy kell kiválasztani, hogy a forrasztandó felület teljes hosszában, a lehető legrövidebb idő alatt felmelegedjen munkahőmérsékletre. A kíméletes melegítés lágy, redukáló lángot eredményez. Az elektromos ellenállású forrasztógép a hőt a munkadarabbal közvetlenül érintkező elektródával adja át. Ezt elsősorban lágyforrasztásnál használják.

## 4. Kérdések.

- 5.1. Mivel foglalkozik a fémten?
- 5.2. Mivel foglalkozik a kohászati tüzelésen?
- 5.3. Sorolja fel a fémten szempontjából a fémek legfontosabb fizikai tulajdonságait!
- 5.4. Ismertesse a kémiai és az elektrokémiai korrózió jelenségét!
- 5.5. Foglalja össze hogy milyen a fémek színe, szaga, keménysége!
- 5.6. Adja meg a legismertebb fémek sűrűségét!
- 5.7. Adjon rövid ismertetés a jó vezető fémek áramvezetéséről!
- 5.8. Adja meg a hétköznapi életben leggyakrabban előforduló fémek sűrűségét!
- 5.9. Adja meg a hétköznapi életben leggyakrabban előforduló fémek olvadáspontját!
- 5.10. Jellemezze a szilárd oldat típusú ötvözetekben kialakult szerkezetet!
- 5.11. Ismertesse helyettesítéses szilárd oldatok kialakulásának feltételeit!
- 5.12. Mikor jön létre beékelődéses oldás?
- 5.13. Sorolja fel a fémrács típusokat!
- 5.14. Milyen csoportokra osztjuk a fémeket sűrűségük alapján?
- 5.15. Hogy készülhetnek ötvözetek, nevezzen meg néhány „népszerű” ötvözetet!
- 5.16. Mit eredményez a fémek kovácsolása?
- 5.17. Milyen anyagokkal bélelik a **tégelyes indukciós kemencéket**?
- 5.18. Hol és hogyan állítják elő a vasércből a nyersvasat? Mi „végzi” a redukciót?
- 5.19. Milyen főbb egységeket tartalmaz a nagyolvasztómű?

- 5.20. Milyenek a legnagyobb nagyolvasztók legfontosabb jellemző adatai? Milyen benne a hőmérséklet eloszlás?
- 5.21. Hogyan történik kohóalumínium finomítása?
- 5.22. Mennyi elektromos energia szüksége a kohóalumínium és a nagy tisztaságú alumínium előállításához?
- 5.23. Az alumínium leválasztásához milyen állapotú olvadék kell? Mekkora ennek a hőmérséklete?
- 5.24. Milyen elem alkotja az alumínium elektrolízisakor az elektródákat. Miért?
- 5.25. Milyen áramerősségen üzemelnek a legújabb alumínium elektrolizáló kádak?
- 5.26. Mennyi elektromos energia és milyen elektromos teljesítmény szint szükséges 1 tonna alumínium előállításához?
- 5.27. Ismertesse a vasgyártás káros hatásait!
- 5.28. Soroljon fel módszereket a fémek oxidáció ellen való védelmére!
- 5.29. Milyen tulajdonsága a fémeknek a képlékenysége?
- 5.30. Mit értünk forrasztás alatt? Mi a szerepe a forrasztanyagnak?
- 5.31. Mi a szerepe a folyasztószernek?
- 5.32. Ismertesse a lágyforrasztásnál és a keményforrasztásnál a hőmérséklet és a forrasztanyag feltételét!
- 5.33. Forrasztáshoz milyen hőforrásokat használunk és miért?

## 5. Tesztek

### 5.1. Mivel foglalkozik a fémtan?

- 5.1.a. A fémek és ötvözetek tulajdonságait kohászati alapokon tárgyaló és vizsgáló tudomány.
- 5.1.b. A fémek és ötvözetek tulajdonságait fémfizikai alapokon tárgyaló és vizsgáló tudomány.
- 5.1.c. A fémek és ötvözetek megmunkálás technológiáját vizsgáló tudomány.

### 5.2. Mivel foglalkozik a kohászati tüzeléstan?

- 5.2.a. A kohászati folyamatokban használatos kemencékkel, kazánokkal, fűtő és hőcserélő berendezésekkel, tűzállóanyagokkal, energiahordozókkal, égéstermékekkel, tüzelési módszerekkel
- 5.2.b. A kohászati folyamatokban használatos kemencékkel, kazánokkal, energiahordozókkal
- 5.2.c. A kohászati folyamatokban használatos kemencékkel, kazánokkal, energiahordozókkal, tüzelési módszerekkel.

### 5.3. Adja meg a legismertebb fémek sűrűségét!

- 5.3.a. Alumínium: 2,7; Vas: 7,87; Réz: 8,96; Nátrium: 0,97; Titán: 4,54; Hígany: 13,53 g/cm<sup>3</sup>
- 5.3.b. Alumínium: 2,7; Vas: 7,87; Réz: 6,96; Nátrium: 4,97; Titán: 4,54; Hígany: 13,53 g/cm<sup>3</sup>
- 5.3.c. Alumínium: 2,7; Vas: 7,87; Réz: 8,96; Nátrium: 1,97; Titán: 3,54; Hígany: 13,53 g/cm<sup>3</sup>

### 5.4 Adja meg a jó elektromos vezető fémek elektromos vezetési értékét!

- 5.4.a. Alumínium: 47; Vas: 10; Réz: 56; Ezüst: 63; Aranya: 85 Am/Vmm<sup>2</sup>
- 5.4.b. Alumínium: 57; Vas: 10; Réz: 56; Ezüst: 63; Aranya: 85 Am/Vmm<sup>2</sup>

5.4.c. Alumínium: 37; Vas: 10; Réz: 56; Ezüst: 63; Aranya: 45 Am/Vmm<sup>2</sup>

**5.5. Adja meg a hétköznapi életben leggyakrabban előforduló fémek olvadáspontját!**

5.5.a. Alumínium: 933,4; Vas: 1808,15; Réz: 1357,75; Volfrám: 3680,15; Cink: 692,88 Kelvin

5.5.b. Alumínium: 667,4; Vas: 1150,15; Réz: 1357,75; Volfrám: 3680,15; Cink: 692,88 Kelvin

5.5.c. Alumínium: 933,4; Vas: 1808,15; Réz: 1057,75; Volfrám: 2880,15; Cink: 692,88 Kelvin

**5.6. Sorolja fel a fémrács típusokat!**

5.6.a. Lapon középpontos négyzetrács; térben középpontos négyzetrács; hatszöges négyzetrács;

5.6.b. Lapon középpontos kockarács; térben középpontos kockarács, hatszöges kockarács;

5.6.c. Lapon középpontos köbrács; térben középpontos köbrács; hatszöges köbrács;

**5.7. Milyen csoportokra osztjuk a fémeket sűrűségük alapján?**

5.7.a. Könnyűfémek, közepesen nehéz fémek, nehéz fémek

5.7.b. Könnyűfémek, nehéz fémek

5.7.c. Könnyűfémek, középnehéz fémek, nehéz fémek

**5.8. Nevezzen meg néhány ismert ötvözetet!**

5.8.a. Acél, sárgaréz, bronz, alufelni, arany ékszer,

5.8.b. Acél, vörösréz, bronz, amalgám

5.8.c. Kékacél, vörösréz, sárgaréz,

**5.9. Hogyan történik kohóalumínium finomítása?**

5.9.a. A bauxit olvasztása útján

5.9.b. A timföldből olvasztással.

5.9.c. A timföldből elektrolízis útján

**5.10. Sorolja fel hogyan védjük a fémeket oxidáció ellen!**

5.10.a. Az alumínium, króm, nikkel, cink felületén védő oxidréteg alakul ki; a vasat zománccal, festékekkel, vagy más fémekkel védik

5.10.b. Az alumínium, nikkel, cink, vas felületét festékekkel védik

5.10.c. A vasat zománccal, festékekkel, vagy más fémekkel védik, míg az alumínium, króm, nikkel felületét festéssel tartósítják.

**5.11. Mit értünk forrasztás alatt? Mi a szerepe a forrasztanyagnak?**

5.11.a. A forrasztás hőátadás mellett véglegesen összeköt kettő vagy több munkadarabot úgy, hogy a forrasztanyag a tiszta fém felületen hálót képez, szétfut és megköt.

5.11.b. A forrasztás során a folyasztószerrel megtisztítjuk és összekötünk kettő vagy több munkadarabot úgy, hogy a folyasztószer a tiszta fém felületen szétfut és megköt.

5.11.c. A forrasztás hőátadás mellett véglegesen összeköt kettő munkadarabot úgy, hogy a forrasztanyagot közvetlenül a fém felületre visszük fel.

**5.12. Forrasztáshoz milyen hőforrásokat használunk, és miért?**

5.12.a. Propán-oxigénégő, acetilén-oxigénégő, forrasztópáka

5.12.b. Gázégő, elektromos ellenállású forrasztógép

5.12.c. Forrasztópáka

## 6. Megoldáskód az 5-ös témához

|     |          |     |          |     |          |      |          |
|-----|----------|-----|----------|-----|----------|------|----------|
| 5.1 | <b>b</b> | 5.4 | <b>c</b> | 5.7 | <b>b</b> | 5.10 | <b>a</b> |
| 5.2 | <b>a</b> | 5.5 | <b>a</b> | 5.8 | <b>a</b> | 5.11 | <b>a</b> |
| 5.3 | <b>a</b> | 5.6 | <b>b</b> | 5.9 | <b>c</b> | 5.12 | <b>b</b> |

## 7. Hivatkozások

[5.1]Fémten <http://erettsegisegedlet.blogspot.hu/2010/02/femek-tulajdonsagai-metal-properties.html>

[5.2]Fémten <http://www.ptable.com/?lang=hu>

[5.3]Kémiai elemek listája fizikai, kémiai tulajdonságai [http://hu.wikipedia.org/wiki/Kémiai\\_elemek\\_listája](http://hu.wikipedia.org/wiki/Kémiai_elemek_listája)

[5.4]Tüzeléstechnika, kemencék <http://www.tuki.hu/index.php?id=iparikemencek>

[5.5]**Tégelyes indukciós kemence, csatornás olvasztó, hőntartó és öntőkemence**  
<http://auras.hu/alkalmazasok/> (Lásd: 100. 101.)

[5.6]Forgódobos alumínium olvasztó kemence<http://www.rath.hu/main.php?sorszam=8> (Lásd: 102)

[5.7]Alumínium olvasztókemence 10 tonna/óra <http://www.tuki.hu/index.php?id=aluolvaszto> (Lásd: 103.)

[5.8]Nagyolvasztómű elemei: nagyolvasztó, torokgáz hevítők, tisztítók  
[http://www.tanszertar.hu/eken/2007\\_02/seged\\_0702/vasgy.htm](http://www.tanszertar.hu/eken/2007_02/seged_0702/vasgy.htm) (Lásd: 104)

[5.9]A nagyolvasztóban a hőmérséklet eloszlása <http://www.dunaferr.hu/01-vallalati/tech3.htm> (Lásd: 105)

[5.10]A nagyolvasztóban lejátszódó folyamatok <http://www.m79.eoldal.hu/cikkek/kemia-/vasgyartas.html>  
(Lásd: 106)

[5.11]Öntődei formaizzító kemence <http://www.tuki.hu/index.php?id=egyebkemence> (Lásd: 108)

[5.12]Kamrás kovácsüzemi izzító kemence regeneratív tüzelőberendezéssel  
<http://www.tuki.hu/index.php?id=acelizzito> (Lásd:109)

[5.13]Kerámiaégető kemence <http://www.rath.hu/main.php?sorszam=8> (Lásd: 110)

[5.14]Alumíniumelektrolízis elve és alaptörvénye. Alumínium elektrolizáló kádak  
<http://www.szubjektum.hu/bauxit/text/Alugyar.htm> (Lásd: 111)

[5.15]Fémek redukáló sora <http://hu.wikipedia.org/wiki/Fémek>

[5.16]Forrasztás alapjai <http://hu.wikipedia.org/wiki/Forrasztas>



## 6. fejezet - Alapvető kohászati technológiák és környezeti hatásaik.

A **kohászat** (metallurgia) a vas és más fémek érceiből való kinyerésével, finomításával, ötvöztetésével, öntésével, képlékenyalakításával, hőkezelésével, szerkezetének és tulajdonságainak vizsgálatával, valamint az alkalmazott gépi berendezésekkel foglalkozó komplex tudomány, a fémek ércekből való kinyerésével foglalkozik.

A kohászat három csoportjáról beszélhetünk az alkalmazott technológia jellege szerint:

1. tűzi kohászat (pirometallurgia),
2. hidrometallurgia,
3. elektrometallurgia.

A fémek alapján két nagy csoportot különböztetünk meg:

1. vaskohászat (ide tartozik a vas és acél előállítása),
2. fémkohászat (az összes „nemvasfém” előállítása).

### 1. Vaskohászat: Nyersvasgyártás, acélgyártás. Vasötvözetek előállítása

Felhasznált anyag: Fejezetek Magyarország technika- és tudománytörténetéből. A vas és a vaskohászat (<http://www.sci-tech.hu/kohaszat.sci-tech.hu/00home/00home.htm>)

#### 1.1. Nyersvasgyártás (Öntöttvasak hőkezelése. Ötvözött öntöttvasak)

*Ásványok, ércek, meddő:* A természetben a fémek **vegyületekben**, főleg oxidokban, szulfidokban, ritkábban karbonátokban fordulnak elő. Ezek a fémvegyületek az **ásványok**. Az **érc** az értékes és értéktelen ásványok keveréke. Az érc értékes ásvány része adja az érc nemét (pl. rézérc, vasérc), az értéktelen ásványainak összessége pedig a **meddő**.

##### 1. Táblázat . Fontosabb vasérc

| Vasérc neve             | Vasérc vasvegyülete                                  | Vasérc vastartalma, % |
|-------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|
| Magnetit (Mágnésvasérc) | $\text{Fe}_3\text{O}_4$                              | 50...70               |
| Hematit (Vörösvasérc)   | $\text{Fe}_2\text{O}_3$                              | 40...60               |
| Limonit (Barnavasérc)   | $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$ | 30...50               |
| Sziderit (Vaspát)       | $\text{FeO} \cdot \text{CO}_2$                       | 25...35               |

A vasércek gyakoribb meddői:  $\text{SiO}_2$ -,  $\text{CaO}$ -,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - vagy  $\text{MgO}$ - tartalmú ásványok. A vasércekből a vasat (ferrumot) 1000 ° C körüli hőmérsékleten lehet kinyerni faszén vagy kokszt karbonjával, ill. szénmonoxid- vagy hidrogéntartalmú gázokkal.

##### Fontosabb ipari vASFajták

**Vasszivacs:** akkor keletkezik, ha az ércet szilárd állapotban redukálják; közbenső termék, az acélgártás alapanyaga. A vasszivacsban a **fémes vason kívül benne van az érc meddője is**. Megolvasztásakor a vasolvadék és a meddő -- salak alakjában -- válik el egymástól.

**Nyersvas:** 3-4 % C-tartalmú vas, a nagyolvasztó terméke. **Rideg**, képlékenyen nem alakítható. Közbenső termék, az acélgártás és öntöttvasgártás alapanyaga.

**Öntöttvas:** nyersvasból nyerik kéntelenítéssel és Si-mal vagy Mn-nal való ötvözéssel. Gyakori ötvözője még a Cr, Ni, Mo és Ti is. **Képlékenyen nem alakítható** szerkezeti anyag.

**Acél:** legfeljebb 2 % karbont és több-kevesebb egyéb elemet is (pl. Si-ot, Mn-t, Cr-ot, Ni-t, Mo-t, W-ot, V-ot, Nb-ot, Co-ot Al-ot és Ti-t) tartalmazhat. A nyersvasaktól és öntöttvasaktól elsősorban az különbözteti meg, hogy **képlékeny, jól alakítható**. Izzó meleg állapotban nagyobb, szobahőmérsékleten kisebb mértékben. Az összes felhasznált fém (vasfém és nemesfém) közel 90 %-a acél.

Az **acél fontos anyagtulajdonságainak** (pl. szilárdság, szívósság, képlékenységi) a mértéke viszonylag tág határok között szabályozható. Képes elviselni statikus és dinamikus igénybevételeket, ellenállni klimatikus, korróziós és koptató hatásoknak; alkalmazható alacsony és magas hőmérsékleten; forgácsolható, hegeszthető; felülete bevonható fémmel, műanyaggal, kerámiával.

2. Táblázat. Nyersvas, kovácsvas és az acél szén, szilícium, mangán tartalma

| Megnevezés  | Nyersvas       | Kovácsvas      | Acél           |
|-------------|----------------|----------------|----------------|
| C           | 2,8 - 3,5      | max. 0,3       | 0,3 - 1,0      |
| Si          | 1,2 - 3,0      | max. 0,2       | max. 0,3       |
| Mn          | 0,5 - 3,0      | max. 0,2       | 0,2 - 1,0      |
| olvadáspont | 1150 - 1250 °C | 1400 - 1500 °C | 1350 - 1400 °C |

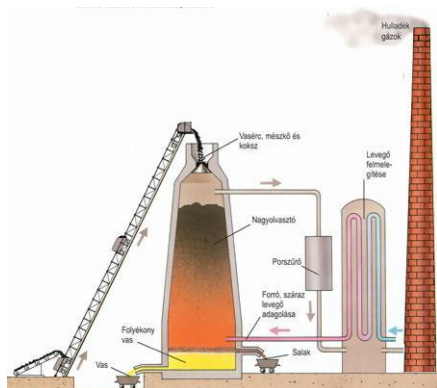
A különböző minőségű vasat vegyületeiből **termikus bontással, elektrolízissel vagy redukcióval** állítják elő. Nagyüzemileg hatalmas kohókban (**nagyolvasztó**), kokszosított szénrel, magas hőmérsékleten oxidját fémmé redukálják (**vaskohászat**).

A **nyersvasat** a nagyolvasztóban vasérből, kokszból és salakképző anyagokból állítják elő. A szénen kívül kis százalékban más anyagokat is tartalmaz. Széntartalma 2 % felett van.

Ha a kohóba **szilíciumot adagolnak** és megszilárduláskor lassan hűl le, a nem oldódó elemi szénből grafit lesz. Ez szürke színű törési felületet eredményez, ezért **szürke nyersvasnak** nevezik. Tulajdonságai: szilárd, rideg, törékeny, jól forgácsolható. Átolvasztásával és összetételének kismértékű változtatásával öntésre alkalmas szürke nyersvasat kapnak. A szürkevas öntvények jól bírják a nyomó és koptató igénybevételt. Könnyen forgácsolhatók, ami az öntvény utómunkálatainál fontos lehet.

Ha a nyersvas gyártásánál a kohóba **mangánt adagolnak**, akkor megszilárduláskor a nem oldódó szén a vassal vas-karbidot alkot. Így törésfelülete fehér, fémes fényű lesz, ezért **fehér nyersvasnak** nevezik. A vas-karbid hatására igen kemény, rideg ötvözetet kapnak, amelyet acélgártásra használnak.

## 6.1. ábra - Nagyolvasztó bloksémája



A nyersvasból a **C-, Si- és Mn-tartalom csökkentése** révén lehet **kovácsvasat (lágyacélt)** vagy acélt nyerni. Ez kémiai folyamattal, a szóban forgó elemeknek a vasból való kioxidálása útján lehetséges. A frissítés folyamán azonban a fém olvadáspontja növekszik. A **magas széntartalmat levegővel égetik ki**. A különböző acélgyártó eljárások abban térnek el egymástól, hogy milyen módszerrel biztosítják a frissítés oxigénszükségletét és a magasabb hőmérsékletet. A kemencében a nyersvason kívül a magasabb olvadáspontú acélhulladék és ócskavas is megömleszthető, így lehetőség van az acél újrahasznosítására is.

A leendő vas legjelentősebb szennyezői a szén, kén, szilícium, foszfor, és mangán, ami azonban a szénnel együtt ötvöző anyagnak tekinthető. A kohóba mészkövet is adagolnak salakképzőként. Egy tonna nyersvas előállításához 800-1200 kg kokszot használnak. Melléktermékként 550-660 kg salak és 3700-4100 m<sup>3</sup>**torokgáz** (főleg szén-monoxid és nitrogén keveréke) keletkezik.

## 1.2. Az acélgyártás főbb termékei

Az **acélt** fehér nyersvasból állítják elő. A különböző acélgyártási eljárások során a fehér nyersvas széntartalmát 2 % alá, a szennyező anyagok mennyiségét pedig minimálisra kell csökkenteni. Összetétel szerint az acél két nagy csoportját különböztetjük meg: **ötvöztetlen acélok**, amelyek csak szénen tartalmaznak és **ötvözött acélok**, amelyekben a szénen kívül más ötvöző anyag is található.

Az ötvöztetlen acélok tulajdonságait a széntartalom határozza meg. Szilárdsága és keménysége a széntartalommal együtt nő, alakíthatósága ellenben csökken. Felhasználásuk szempontjából **szerkezeti-, szerszám- és különleges acélokat** ismerünk.

A szerkezeti acélok széntartalma 0,6 % alatt van. Gépalkatrészek, épületek, hidak szerkezeteinek készítésére használják. A kereskedelmi forgalomban kapható lemezek, csövek, rudak, profilok anyaga szintén szerkezeti acél. Lehetnek ötvözöttek és ötvöztelenek.

A **szerszámacélok** széntartalma 0,6 -1,5 % között van. A nagyobb igénybevételű szerszámokat ötvözött, kopásálló szerszámacélból készítik.

A **különleges acélok** meghatározott felhasználási területre készülnek adott fizikai vagy kémiai tulajdonságokkal (pl. korrózióálló, saválló, hőálló acélok). Kedvező tulajdonságait különböző ötvöző anyagok segítségével érik el.

## 6.2. ábra - Acélöntés a Dunai vasműben 1980

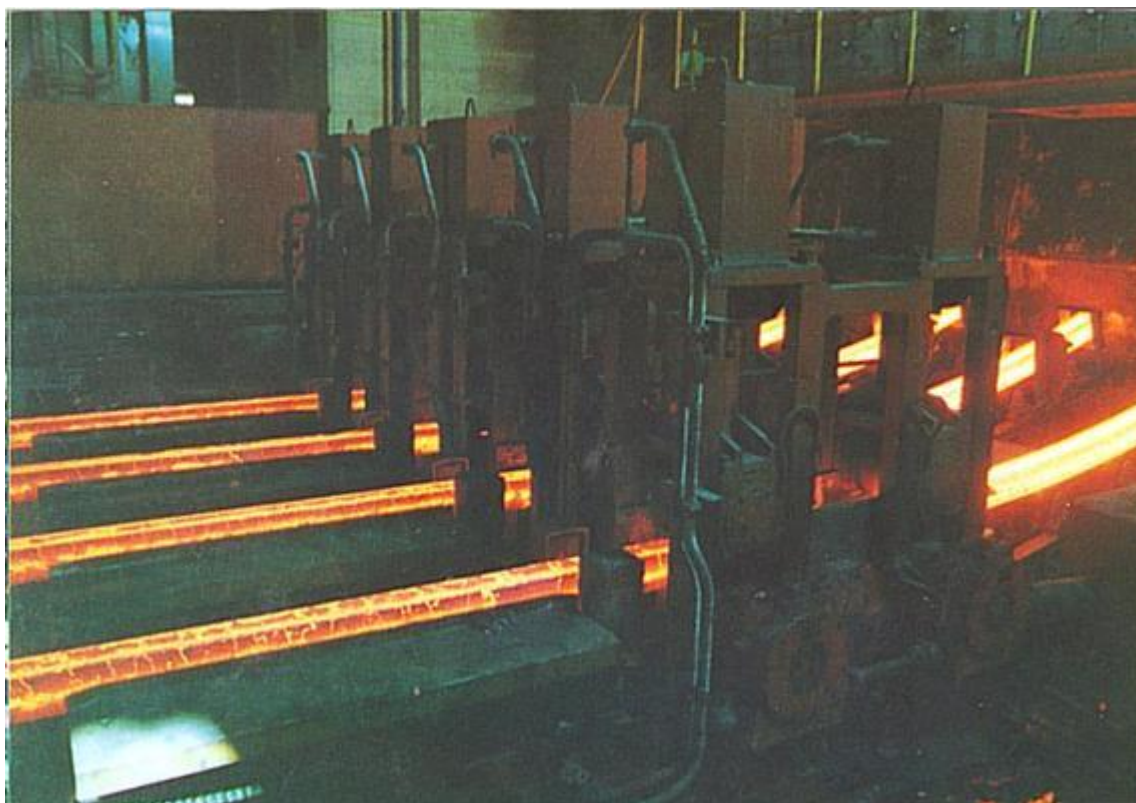


**6.3. ábra - Diósgyőri új elektromos kemence 1980**



**6.4. ábra - Folyamatos öntőgép Diósgyőrben 1980**





#### Az acélok hőkezelése:

Az acélok szövetszerkezetének átalakítása **hőkezelés** útján történik. A hőkezelés célja az acél tulajdonságainak megváltoztatása. A kristály szerkezetének, szemcseméretének módosításával a mechanikai tulajdonságai is megváltoznak.

Valamennyi hőkezelési eljárás három műveletből áll:

1. **Felmelegítés** a megfelelő hőmérsékletre
2. **Hőntartás**: célja az anyag teljes keresztmetszetének felmelegedése
3. **Hűtés** a hőkezelési eljárásnak megfelelő sebességgel. A lehűlés sebessége nagymértékben befolyásolja a keletkező szövetszerkezetet, így az anyag tulajdonságait. A hűtés leggyorsabban vízben megy végbe, lassabb olajban és levegőn. Leglassúbb, ha a kemencével együtt hűl ki.

**A legfontosabb hőkezelési eljárások**: az edzés, a megeresztés, a lágyítás és a nemesítés.

Az **edzés** célja a keménység növelése. A hevítést úgy kell végezni, hogy a munkadarab teljes keresztmetszetében felhevüljön. A megfelelő hőmérséklet után gyors lehűtés következik. Az edzés lehet teljes keresztmetszetű vagy felületi.

A **megeresztés** célja az edzéskor keletkezett feszültség oldása, a szívósság növelése a keménység csökkenése árán. Az edzési hőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékletre (200-360 °C) hevítésből és lassú hűtésből áll.

A **lágyítás** célja az edzett acélok keménységének csökkentése. Erre szükség lehet az utómunkálatok, a javítások, az élezés miatt. A munkadarabot körülbelül az edzési hőmérsékletre hevítik, hosszabb ideig hőn tartják, majd lassan lehűtik.

A nemesítés az edzéséből és az azt követő magas hőmérsékletű (500-600°C) megeresztésből áll. Így nő az acél szilárdsága, szívóssága, kevésbé lesz törékeny.

**Elektromos kemencék.** Villamos ívvel vagy indukciós örvényárammal szolgáltatják a betét számára szükséges energiát. Az ív árama a fémfürdőn keresztül záródik, így azt közvetlenül is melegíti. Az **ívkemencék** oxidáló és finomító salakkal is dolgozhatnak. A salak könnyebb eltávolítása céljából a kemence billenthető. Az **indukciós**

**kemencében** külső tekercsben folyó áram által indukált mágneses tér hatására a fémekben nagy áramerősség indukálódik, ami megolvasztja azt.

### 1.3. Alapvető vas ötvöző anyagok

Az acél legfontosabb ötvöző anyagai

A **króm** (Cr) ezüstfehér színű, kissé kékes árnyalatú, nagyon kemény, rideg fém. Oxigénnel szemben rendkívül ellenálló. Felületén védő, tömör oxidréteg alakul ki. Mechanikai hatásoknak ellenáll. Tetszetős, magas fényű. Vegyi ellenálló képessége igen nagy. A szerkezeti, szerszám és különleges acélok legfontosabb ötvöző anyaga. Kemény, kopásálló bevonatnak is használják pl. csaptelepeknél, kerékpár-alkatrészeknél, orvosi műszereknél.

A **nikkel** (Ni) fehéres színű, jó elektromos vezető. Nagy szilárdságú, jól megmunkálható. Tömör, védő oxidréteg keletkezik a felületén, amely megvédi a további korróziótól. Lúgokkal szemben ellenálló. A különleges acélok (a saválló acél) és a lágy mágneses anyagok legfontosabb ötvöző eleme. Laboratóriumi eszközök, korrózióálló bevonatok készítésére is használják.

A **volfrám** (W) kissé szürkés fényű fém. Kemény, nagyon rideg, kopásálló. Olvadáspontja a fémek közül a legmagasabb (3410 °C). Nagy ellenállású. Vékony szálakká húzva izzólámpák, fénycsővek izzószálainak készítésére alkalmas. A szerszámacélok legfontosabb ötvöző anyaga, növeli a kopásállóságát, keménységét és a hőállóságát.

A **mangán** szürke színű, kemény rideg fém. Az egyik legolcsóbb ötvöző anyag.

### 6.5. ábra - Diósgyőri acélhengermű meleghengermű



### 6.6. ábra - Dunai vasmű meleghengermű



## 2. Könnyűfémkohászat: alumínium, magnézium, titán. Alumíniumötvözetek előállítása.

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Könnyűfém-kohászat>

### 2.1. Alumíniumgyártás

1851-ben állították elő az első alumínium fémtömböt, amit az 1855-ben Franciaországban megrendezett Világkiállításon mutattak be először. Az új fém kedvező tulajdonságai miatt (kis sűrűség, jó alakíthatóság, korrózióállóság), sok irányba indult meg a felhasználása. Tömeges felhasználása a hadiipari igényeknek volt köszönhető. A bauxit üledékes kőzet, amely feltalálási helyétől függően változó összetételű. A bauxit színe a vastartalmú ásványok miatt vörös.

3. Táblázat. A bauxit összetétele

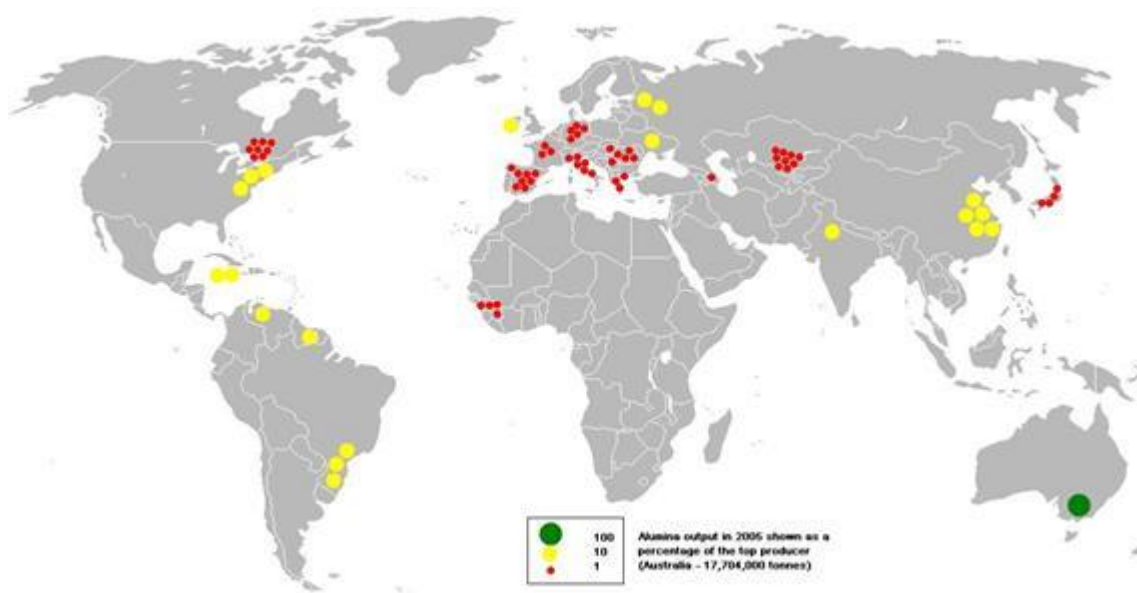
| Bauxit komponensei                | Százalékos arányuk |
|-----------------------------------|--------------------|
| $\text{Al}_2\text{O}_3$           | 35...80 %          |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$           | max 30 %           |
| $\text{SiO}_2$                    | 10 %               |
| valamennyi kalcium, titán, mangán |                    |

A bauxitból az alumíniumot **kétlépcsős technológiával** állítják elő.

A folyamat **első fázisában** a sokkomponensű bauxitból iparilag tiszta **alumíniumoxidot**, azaz **timföldet** állítanak elő. A **második menetben** a timföldből elektrolitikus kohósítással állítják elő a **fémalumíniumot**.



## 6.7. ábra - Legnagyobb bauxit lelőhelyek



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Bauxit>

### Timföldgyártás

A timföld előállítására a *Bayer-féle* eljárást alkalmazzák. Az eljárás azon alapul, hogy a bauxitban lévő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  marónátronban ( $\text{NaOH}$ ) *nátriumaluminát* alakjában oldódik, a bauxit egyéb összetevői viszont nem. A *Bayer*-eljárás fő műveletei:

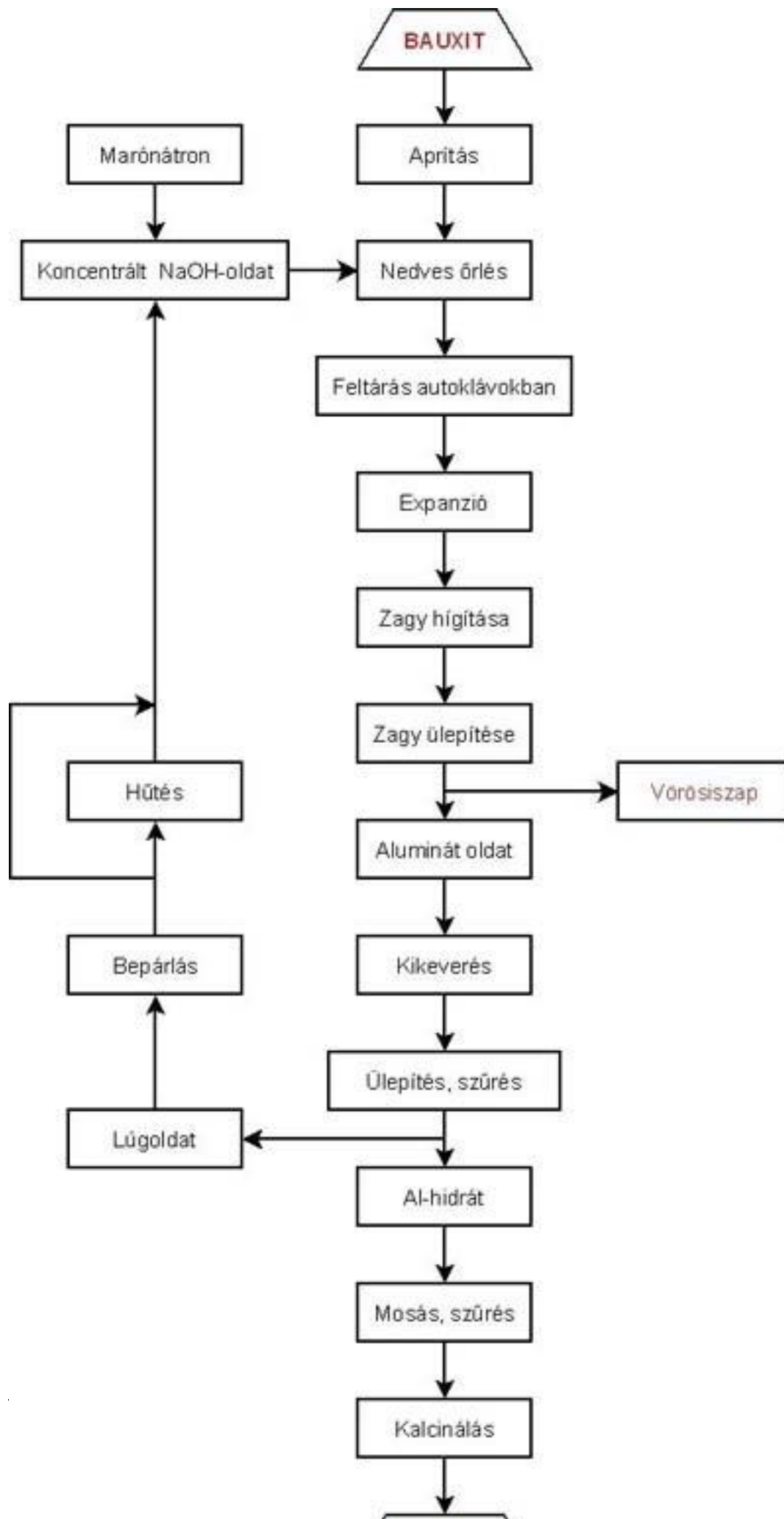
**Bauxit-előkészítés:** A bauxitot megfelelő méretre kell darabolni. Ezt már a bányánál elkezd(het)ik, de a timföldgyárban még finom őrlést is alkalmaznak. Az őrlésre pofás törőket, hengereket, kalapácsos vagy golyós malmokat használnak. Az alkalmazott szemnagyság 0,07–1 mm közötti.

**Feltárás:** A feltárást, azaz a bauxit alumíniumoxid-tartalmának feloldását, egymáshoz kapcsolt autoklávok sorában végzik. Az autoklávok légmentesen záródó, vastag falú, túlnyomással működő tartályok. Az első autoklávba nagynyomású zagyszivattyú tölti be a feltárandó zagyt, amely a bauxitot és a feltáráshoz szükséges mennyiségű lúgot tartalmazza.

A betöltött zagy hőmérséklete 95 °C körül van, és folyamatosan áramlik át a gőzzel fűtött többi autoklávba, miközben hőmérséklete 250 °C-ra emelkedik. Ennek folyamán megtörténik az **alumíniumoxid oldódása**. Az utolsó expanziós tartálýsoron átáramolva 120 °C-ra hűl, végül a hígító tartályba jut.

## 6.8. ábra - A Bayer-eljárás egyszerűsített folyamatábrája





<http://hu.wikipedia.org/wiki/Bayer-eljárás>

A feltárás során oldatba megy a bauxit alumíniumtartalmának nagy része, ez az **aluminátlúg**. A maradék szilárd fázist – ülepítés és gyakran szűrés után – az ún. **vörösiszap** formájában távolítják el. Itt kell megemlíteni azt a katasztrófát, ami 2010. október 4-én történt. A Magyar Alumínium Termelő és Kereskedelmi Zrt. (MAL Zrt.) Ajka melletti tározójának gátja átszakadt, és mintegy egymillió köbméternyi mérgező, maró hatású **vörösiszap** ömlött ki a gátszakadás miatt. A térségben az áradás három települést - Devecser, Kolontár, Somlóvásárhely - öntött el.

#### 6.9. ábra - A MAL Zrt. Ajka melletti tározójának átszakadt gátja és a kiömlő vörösiszap

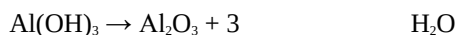


<http://www.cikk-cakk.abbcenter.com/?id=108569&cim=1>

**Kikeverés:** A kikeverés célja a timföldhidrát kiválasztása az aluminátlúgból, hogy ebből – kalcinálás után – megfelelő minőségű timföldet kapjanak. A kikeveréshez a keverőtartályokban kristályos alumíniumhidroxid adnak az oldathoz. Az alumíniumhidroxid segít megbontani az alumíniumoldatot. A kikeverés során fontos a hőmérséklet program pontos betartása. A kikevert zagyot vízzel keverve szűrik, többször is.

**Kalcinálás:** A timföldgyártás befejező művelete során a 34,6 % kötött és mintegy 10 % tapadó vizet távolítják el a timföldhidrát kiizzításával. A kalcinálást forgó csökemencében végzik, amelynek a hossza 40–100 m, átmérője 2,5–4,0 m. A kemence lejtése mintegy 2 %, fordulatszáma pedig 0,8–1,5 1/min. A hidrátot füstgázokkal ellenáramban fűtött kemence felső, hidegebb végén adagolják be, és a timföldet a meleg alsó végén távolítják el 850–1150 °C hőmérsékleten. A kész timföldet silókban tárolják. A Földön évente 45 millió tonna timföldet állítanak elő, amelynek 90 %-ból fém alumíniumot készítenek.

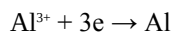
2



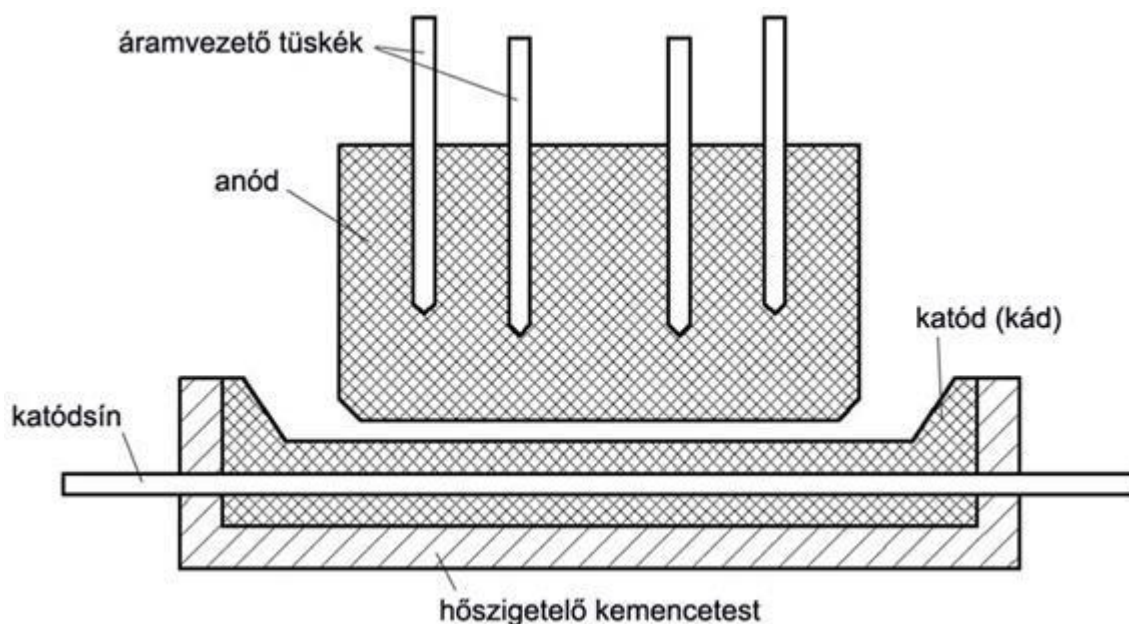
**Egyéb műveletek:** A Bayer-eljárás során felhasznált lúgot a gazdaságosabb műveletvégzés érdekében körfolyamat-szerűen alkalmazzák. Az elhasznált és vízzel hígult lúgot tisztítják és bepárolják, így vezetik vissza a folyamat elejére.

#### Fémalumínium előállítás

A fémalumínium előállítására szolgáló olvadékelektrolízist – egymástól függetlenül – az amerikai *Charles Martin Hall* és a francia *Paul T. Héroult* találta fel és szabadalmaztatta 1886-ban. Az elektrolízisen alapuló alumíniumgyártás lényege az, hogy a timföldet **kriolittal** ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) keverik, és ennek **950 °C hőmérsékletű olvadékát** elektrolizálják. Az elektrolízist technószerű kiképzésű elektrolizáló kádakban végzik. A **teknő anyaga szénalapú masszából készül, ez a katód**. A **szintén** szénalapú masszából (*anódmassza*) készült **anód felülről nyúlik be** az olvadékba. A fémalumínium a katódon, azaz a kádban válik ki. Képlete:



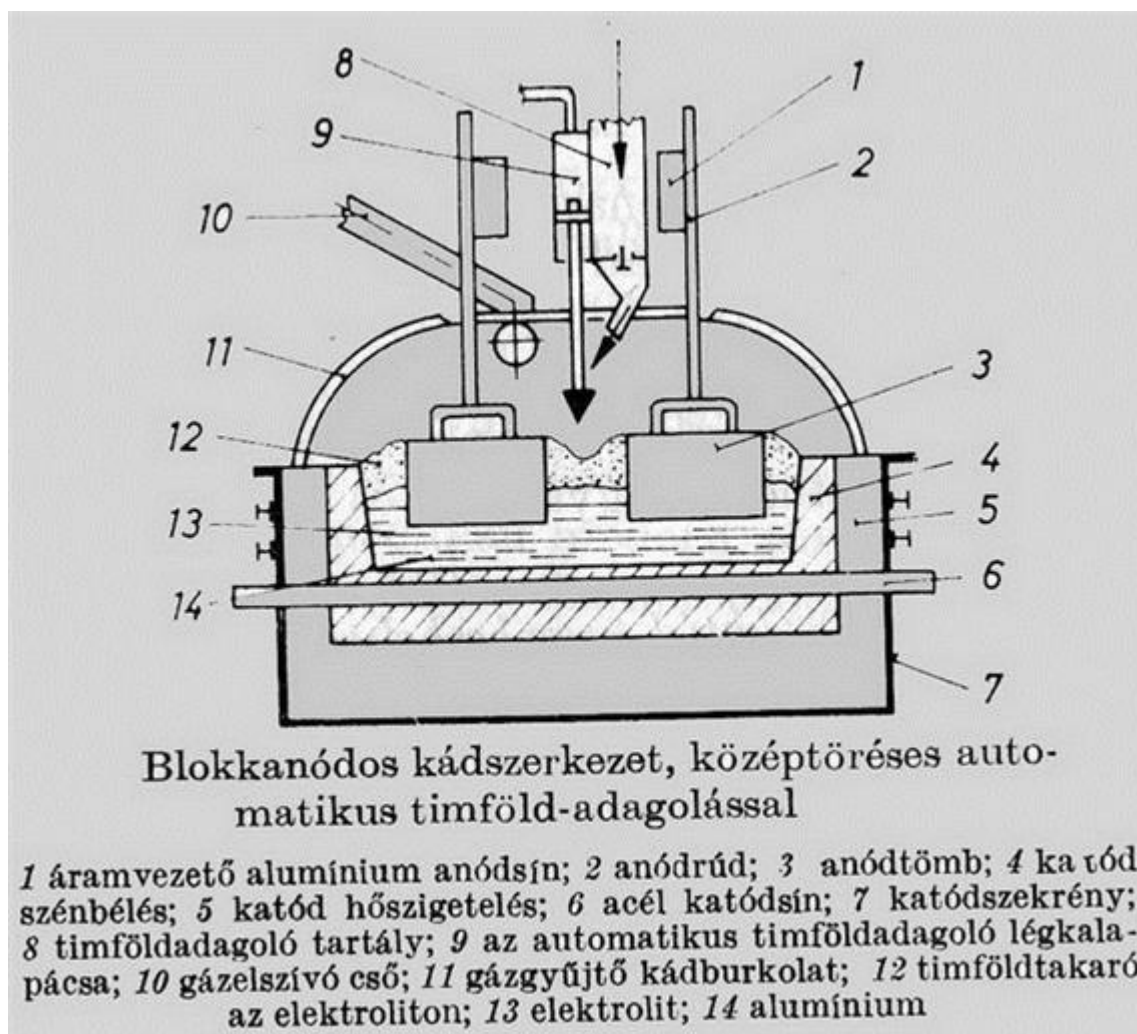
#### 6.10. ábra - Alumínium elektrolizáló kád függőleges tűskés önsülő (Söderberg) anóddal



[http://hu.wikipedia.org/wiki/Fájl:Elektrolizalo\\_kad.jpg](http://hu.wikipedia.org/wiki/Fájl:Elektrolizalo_kad.jpg)

#### 6.11. ábra - Blokkanódos kádszerkezet automatikus timföld adagolással





<http://www.szubjektum.hu/bauxit/text/Alugyar.htm>

Az elektrolizáló kádakat **30–150 kA**-es árammal működtetik. **Kapocsfeszültségük 4,0–4,5 V**, amiből **1,7 V a bontási feszültség**. A katódhoz az áramot acélsínnel, az anódhoz többnyire függőleges helyzetű acéltüskékkel vezetik. A timföld oxigénje az anódon válik ki, és a szénnel szénmonoxidot és széndioxidot képez. Az anód anyaga emiatt az elektrolízis alatt folyamatosan fogy, amit felülről időről időre pótolnak koks és szurok keverékéből álló anódmasszával, ami a hőmérséklet hatására tömör anyaggá ég össze.

A kádakban az olvadék felszínén az elektrolit szilárd, „fagyott” kérget alkot, amit a timföld és a kriolit adagolásakor, valamint csapoláskor be kell törni. A csapolás vákuumüstbe való szívással történik. Az ilyen módon gyártott alumínium tisztasága 99 % fölött van.

#### Alumínium ötvözetek

Az alumínium ötvözetekben tipikus ötvöző elemek: **réz, magnézium, mangán, szilícium és a cink**. Az ötvözetek előállítása szempontjából két csoportot különböztetünk meg: öntött ötvözetek, kovácsolt ötvözetek. Mindkettőn belül van hőkezelt és nem hőkezelt ötvözet. Az alumínium termékek kb. 85 %-a hengerelt lemez, fólia, illetve sajtolat anyag.

Az alumínium öntvényt költséghatékonyan lehet előállítani, mivel alacsony az olvadáspontja, annak ellenére, hogy alacsonyabb a szakítószilárdsága, mint a kovácsolt ötvözeteknek. A legfontosabb alumínium ötvözet az Al-Si rendszer. Az ilyen termékekben magas a szilícium aránya (4,0 %-tól 13 %-ig). Az alumínium ötvözeteket széles körben használják olyan helyeken, ahol a szerkezeti elemnek könnyűnek és korrózióállóknak kell lenni.

A **Nem-vasfémek Nemzetközi Jelölési Rendszere** (International Alloy Designation System) a legszélesebb körben elfogadott jelölési megállapodás. Mindenféle ötvözetet négyjegyű számmal azonosítanak, ahol az első számjegy jelöli a fő ötvöző komponens, elemet.



1. Az 1000-es sorozat „tisztá alumínium” minimum 99 % mennyiségű alumíniummal
  2. A 2000-es sorozat ötvöző eleme a réz, amely olyan mértékben keményíti az alumíniumot, hogy keménységben összevethető az acéllal. Régebbi, mint „duralumínium”, sokszor alkalmazták az űrsiklónál. Azonban jelentős igénybevételt követő repedések miatt áttértek a 7000-es széria alkalmazására.
  3. A 3000-es sorozatban az ötvöző elem a *mangán*, ami keménnyé teszi az ötvözetet..
  4. A 4000-es sorozatban az ötvöztést *szilíciummal* végzik, amit, mint *silumin* ismernek.
  5. Az 5000-es sorozatban az ötvöző elem a *magnézium*.
  6. A 6000 es sorozatban az ötvöző elem a *magnézium* és a *szilícium* együtt, amit könnyű megmunkálni, de kemény ötvözet, és olyan erős, mint a 2000-es és a 7000-es sorozat.
  7. A 7000-es sorozat az ötvöző elemek a *cink*, a legerősebb alumínium ötvözet állítható elő.
4. Táblázat. Néhány alumínium ötvözet típuszáma és tömegszázalékos összetétele

| Ötvözet | Si (%)   | Cu (%)    | Mn (%)   | Mg (%)    | Zn (%)    |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 1050    | 0.25     | 0.05      | 0.05     | 0.05      |           |
| 2014    | 0.50–1.2 | 3.9–5.0   | 0.40–1.2 | 0.20–0.8  | 0.25      |
| 3004    | 0.30     | 0.25      | 1.0–1.5  | 0.8–1.3   | 0.25      |
| 4043    | 4.5–6.0  | 0.30      | 0.05     | 0.05      | 0.10      |
| 5052    | 0.25     | 0.10      | 0.10     | 2.2–2.8   | 0.10      |
| 5083    | 0.40     | 0.10      | 0.40–1.0 | 4.0–4.9   | 0.25      |
| 6061    | 0.40–0.8 | 0.15–0.40 | 0.15     | 0.8–1.2   | 0.25      |
| 6070    | 1.0–1.7  | 0.15–0.40 | 0.40–1.0 | 0.50–1.2  | 0.25      |
| 7068    | 0-0.12   | 1.60-2.40 | 0-0.10   | 2.20–3.00 | 7.30–8.30 |

Egészen új alumínium ötvöző a **lítium** és ezzel az **Al-Li ötvözet**. A lítium mellett alkalmaznak még **rezet és cirkóniumot** is. Mivel a lítium a legkisebb sűrűségű fém, ezért az ötvözetnek is a legkisebb a sűrűsége. A lítium tipikus aránya az alumínium ötvözetben 2,45 %. Ez az ötvözet újabban az űrhajók építésénél vált érdekessé kedvező tulajdonsága miatt. Hasonlóan alkalmazzák utasszállító repülőgépek és helikopterek vázszerkezetében.

#### 6.12. ábra - Alumínium ötvözetből készült „alufelni”



#### 6.13. ábra - Alumínium ötvözetből készült kerékpár váz



**6.14. ábra - Alumínium italdobozok**



**6.15. ábra - Alumínium ládák**



Az alumínium szelektív gyűjtése, újrafeldolgozása

A visszagyűjtött alumínium termékek nagyon jelentős energia megtakarítással járnak, ha újra feldolgozásra kerül sor. A már kész alumíniumból, újraolvasztással **csupán 5 % energia elegendő** viszonyítva ahhoz, amikor a bauxitból timföldet, majd abból elektrolízissel alumíniumot kell előállítani.

#### 6.16. ábra - Visszagűjtött alumínium italos dobozok „bedarálva”



## 2.2. Magnéziumgyártás

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Magnézium>

A magnézium érc előkészítése

A magnéziumnak nagy a kémiai affinitása, ezért csak vegyületek formájában lelhető fel.

5. Táblázat. A magnézium legfontosabb ásványai

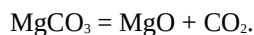
|   | Ásványtani név | Tapasztalati képlet                                        | Magnézium tartalom (%) |
|---|----------------|------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1 | magnezit       | $\text{MgCO}_3$                                            | 28,8                   |
| 2 | szerpentin     | $2\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 22,2                   |
| 3 | dolomit        | $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$                        | 13,2                   |
| 4 | bischofit      | $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$                  | 12                     |
| 5 | karnallit      | $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ |                        |

A magnézium kohósítása alapvetően kétféle eljárás szerint történik:

*elektrolízissel* (ez a jelentősebb) és

szilikotermikus módszerrel.

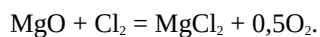
Mindkét módszer első lépése a karbonátos ércek (magnezit, dolomit) oxiddá alakítása. Ezt égetéssel valósítják meg, aminek az alapreakciója a magnézium-karbonát termikus disszociációja:



A termikus bomlás már kisebb hőmérsékleteken is megindul, de csak 650 °C-on zajlik le kellő sebességgel, míg a teljes CO<sub>2</sub>-tartalom eltávolítása 1000 °C fölött valósul meg. Az égetési hőmérséklet megválasztása attól is függ, hogy melyik módszer számára állítják elő a magnézium-oxidot. Az olvadékelektrolízis számára 700...800 °C-on, míg a szilikotermikus eljárás számára 1200 °C fölött égetik a dolomitot. Az égetésre forgódobos vagy aknás kemencét használnak.

Magnézium előállítása elektrolízissel

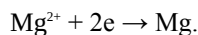
Az elektrolízist vizes oldatból nem lehet megvalósítani, mert a magnézium normál-elektrodpotenciálja –2,37 V. Ezért – ugyanúgy, mint az alumínium esetén – olvadékelektrolízist kell alkalmazni. Mivel azonban a MgO nem oldódik jól fluoridolvadékokban, a magnézium-kloridból (MgCl<sub>2</sub>) kell kiindulni. Ehhez a magnézium-oxidból egy következő lépcsőben kloridot kell előállítani. A *bischofit* és a *karnallit* esetén – minthogy ezek kloridos ércek – csak a kötött víztartalmat kell eltávolítani. A magnézium-oxid klórozása az alábbi reverzibilis folyamat szerint megy végbe:



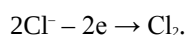
Az eljárást aknás kemencére hasonlító zárt klórozó berendezésben végzik 650-700 °C-on, klórgáz atmoszférában. A felszabaduló oxigén megkötésére szenet használnak. A képződő magnézium-klorid folyékony halmazállapotú, amelyet az akna aljáról folyamatosan távolítanak el.

Az olvadékelektrolízishez a kád bélése savanyú samott és alumínium-oxid, az anódok grafitból, a katódok acélból készülnek.

A tiszta magnézium-kloridnak viszonylag nagy az olvadáspontja és rossz az elektromos vezetése. Ezeket a kedvezőtlen tulajdonságokat más fémkloridok (Mg, K, Na, Ca, Ba, Li) adagolásával tudják befolyásolni. Az elektrolízis hőmérséklete mindig a magnézium olvadáspontja (650 °C) fölött van 30-70 °C-kal. A katódon a fém magnézium válik le:



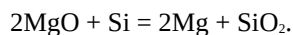
Az anódon lejátszódó fő elektrokémiai folyamat:



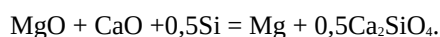
A kádban összegyűlt magnéziumot vákuumüsttel távolítják el, csakúgy, mint az elhasznált elektrolitot. A lecsapolt magnéziumot finomítják és ötvözik (és leöntik).

Magnézium előállítása szilikotermikus módszerrel

A módszer kiinduló anyaga a dolomitból égetett MgO. A szilikotermikus eljárás alapja az alábbi redukció:



A dolomit CaO-tartalma is „besegít” a folyamatba:



A redukciós folyamat kis nyomáson és nagy hőmérsékleten megy végbe. A gyakorlatban 130 Pa nyomást és 1500 °C hőmérséklete alkalmaznak. A magnézium kristályok formájában kondenzálódik az álló vagy forgódobos retortában. A berendezés jellegzetessége a csatlakoztatott vákuum-berendezés.

Magnéziumötvözetek az autógyártásban

<http://autotechnika.hu/uploads/files/archiv/2006/03/68-70.pdf>



## 2.3. Titánkohászat

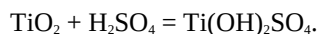
[http://hu.wikipedia.org/wiki/Titán\\_\(elem\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/Titán_(elem))

A titán a földkéregben mintegy 0,6%-os arányban fordul elő. Nagy kémiai affinitása miatt csak vegyületeiben található meg. Ipari jelentőségű ércei a *rutil* ( $\text{TiO}_2$  60% titántartalommal) és az *ilmenit* ( $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$  31%).

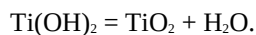
A titán előállítását érceiből **három lépésben** végzik. Az érceket először **fizikai módszerrel dúsítják** (flotálással, elektrosztatikus szeparálással), azaz az értékes ásványokat elkülönítik a meddőktől. Ezt **kémiai dúsítás** követi, amelynek során piro- vagy hidrometallurgiai módszerekkel tiszta  $\text{TiO}_2$ -ot vagy  $\text{TiCl}_4$ -ot állítanak elő. Utolsó műveletként **redukcióval vagy elektrolízissel nyerik ki a fém titánt**.

Titán-dioxid előállítása

*Lúgzással:* A lúgzást tömény, 92%-os kénsavval végzik, amelynek során a következő kémiai reakció zajlik le:



A művelet után hidrolízissel  $\text{TiO}(\text{OH})_2$ -t, majd ebből kalcinálással állítják elő a  $\text{TiO}_2$ -ot:



*Pörköléssel és lúgzással:* Az ilmenitkoncentrátumból redukáló pörköléssel  $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ -t állítanak elő, majd kénsavas, egy másik módszer szerint pedig sósavas lúgzással állítják elő a  $\text{TiO}_2$ -ot.

Titán-tetraklorid előállítása

A titán-tetrakloridot a  $\text{TiO}_2$ -ot tartalmazó anyag klórozásával állítják elő. Az eljárás főbb lépései:

*Klórozás:* Az eljárás alapja a  $\text{TiO}_2 + 2\text{Cl}_2 = \text{TiCl}_4 + \text{O}_2$  reakció. A műveletet elektromos fűtésű aknás kemencében, újabban fluid reaktorban végzik 1000 °C körüli hőmérsékleten.

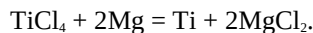
*Kondenzálás:* A klórozó berendezésből távozó gázokból a titán-tetrakloridot többlépcsős berendezésben kondenzálják.

*Tisztítás:* Frakcionált desztillálással végzik.

Fém titán előállítása

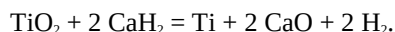
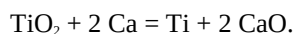
A titán előállításának („szinitésének”) kiinduló anyaga általában a titán-tetraklorid, ritkábban titán-oxid. Az alkalmazott eljárások ezekhez igazodnak.

*Magneziotermikus redukcióval:* A műveletet elektromos ellenállásfűtésű kemencében végzik, a reagens magnéziumot tömbök formájában helyezik el benne. Az eljárás során argon vagy hélium védőgázt használnak. A redukció kémiai egyenlete:



A kapott termék a titánszivacs, amelyet külön eljárással még tisztítanak.

*Titán-dioxid redukciójával:* Az oxidos kiinduló anyagot kalciummal vagy kalcium-hidriddel redukálják, így porszerű titánt kapnak. A reakciók:



*Elektrolízissel:* A titán az alumíniumhoz és a magnéziumhoz hasonlóan csak olvadékból elektrolizálható. A titán-tetraklorid oldószereként többnyire alkálifémek (Na, K) fluoridjait használják. Az anód anyaga grafit, a katód acél vagy titán.

## 3. Színesfémkohászat: arany- és ezüstkohászat.

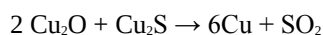
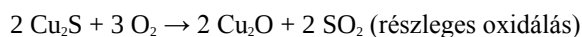
<http://hu.wikipedia.org/wiki/Színesfém-kohászat>

#### Gyakoriság és előfordulás

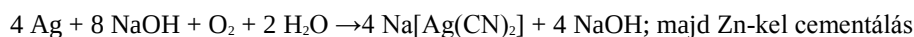
Viszonylag ritkák, de az emberiség által régen felhasznált fémek (jól dúsulnak, könnyen kinyerhetők); Elemi állapotban is előfordulnak (Au), kvarc vagy pirit ásványokban, de a Cu és Ag esetén az ércek fontosabbak; A tengervíz Au tartalma 4 µg/l (100.000 t Au/Földközi tenger); CuFeS<sub>2</sub> – kalkopirit, CuCO<sub>3</sub>·Cu(OH)<sub>2</sub> – malachit, Ag<sub>2</sub>S – argentit

#### Előállítás

Tiszta réz előállítása: szulfidos ércek pörkölése + SiO<sub>2</sub> (Fe<sub>2</sub>(SiO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-ba viszi a vasat)



Tiszta ezüst előállítása: Pb-, Zn-, Cu-gyártás melléktermékeként vagy ciánlúgozással



Tiszta arany előállítása: fizikai tulajdonságai alapján különítik el a meddőtől (aranymosás, amalgamozás) illetve ciánlúgozással

#### Felhasználás

Ötvözeteik ékszerek [24 karát (100%), Au+Ag(Cu)]

Jó elektrotechnikai vezetékhuzalok: réz-huzal, ezüst-biztosíték, arany-kontaktus

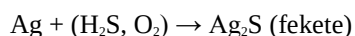
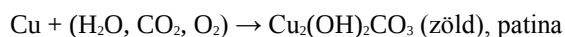
Más fémekkel alkotott ötvözeteiket széles körben alkalmazzuk: sárgarézt (Cu+Zn), bronz (Cu+Sn), érmék (Cu+Ni+Ag, esetleg, Zn/Mn), konstantán (Cu+Ni+Mn), alpakka(Cu+Ni+Zn)

#### Fizikai és kémiai tulajdonságok

Nagy sűrűségű, puha, jól megmunkálható fémek, vékony huzalok, lemezek, fóliák nyerhetők (1 cm<sup>3</sup> Au→18 m<sup>2</sup> 230 atom vastagság)

Legjobb hő és elektromos vezetőképességűek;

Kis reakcióképességűek, levegővel, vízzel szemben ellenállóak, DE réz és az ezüst oxidálódik víz és széndioxid jelenlétében:



A Cu, és az Ag csak oxidáló savakban oldódnak.: cc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> (választóvíz),

Au csak királyvízben (1 HNO<sub>3</sub>+3 HCl) oldódik.

## 4. Kérdések

6.1. Mivel foglalkozik a kohászat?

6.2. Sorolja fel a kohászat három fő csoportját!

6.3. A fémek alapján a kohászat milyen csoportjait különböztetjük meg?

6.4. Hogyan fordulnak elő a fémek a természetben?

- 6.5. Sorolja fel a fontosabb vasérceket és gyakoribb meddőit!
- 6.6. Sorolja fel a fontosabb ipari vasfajtákat!
- 6.7. Milyen módszerekkel állítják elő vegyületeiből a különböző minőségű vasat?
- 6.8. Mi az a szürke nyersvas, fehér nyersvas?
- 6.9. Hogyan készül a kovácsvas (lágycél) és az acél? Hogyan égetik ki a szénttartalmat?
- 6.10. Jellemezze az ötvöztelen és az ötvözött acélt!
- 6.11. Ismertesse acélok hőkezelésének „lépéseit”!
- 6.12. Sorolja fel az acélok készítésénél alkalmazott legfontosabb hőkezelési eljárásokat!
- 6.13. Milyen formáit ismeri az elektromos kemencéknek, hogyan működnek?
- 6.14. Sorolja fel az acél legfontosabb ötvöző anyagait!
- 6.15. Az acél milyen tulajdonságait változtatja meg a króm, a nikkel, a wolfram és a mangán?
- 6.16. Adja meg a bauxit összetételét!
- 6.17. Milyen technológiával (hány lépcsőben) állítják elő a bauxitból az alumíniumot?
- 6.18. Hogyan állítják elő a timföldet (iparilag tiszta alumíniumoxidot)?
- 6.19. Hogyan állítják elő a fémalumíniumot?
- 6.20. Mi történik a bauxit-előkészítés és a feltárás során?
- 6.21. Mi az aluminátlúg és a vörösiszap?
- 6.22. Mi célja a timföldgyártás során a kikeverésnek és a kalcinálásnak?
- 6.23. Mi a szerepe a kriolitnak a fémalumínium előállítására szolgáló olvadékelektrolízis során?
- 6.24. Milyen anyagból készül az elektrolizáló kád és az olvadékba lenyúló elektróda?
- 6.25. Mekkora a kapocsfeszültség, a bontási feszültség az elektrolizáló kádon átfolyó áram?
- 6.26. Melyek az alumínium ötvöző elemei?
- 6.27. Mi a legújabb, legkisebb sűrűségű alumínium ötvözet?
- 6.28. Hány százalék energia elegendő a már feldolgozott alumíniumból újra alumíniumot készíteni a timföldből történő előállításához viszonyítva?
- 6.29. Mik a magnézium legfontosabb ásványai?
- 6.30. Ismertesse a magnézium elektrolízis útján történő előállításának technológiáját?
- 6.31. Ismertesse a magnézium szilikotermikus módszerrel történő előállításának technológiáját?
- 6.32. Ismertesse a titán érceiből történő előállításának három lépését!
- 6.33. Ismertesse a színesfémek előfordulási formáit!
- 6.34. Ismertesse a tiszta réz, ezüst, arany előállításának módját!
- 6.35. Ismertesse a réz, ezüst, arany, egymással alkotott ötvözeiknek és más fémekkel alkotott ötvözeiknek a felhasználási területeit!

## 5. Tesztek

### 6.1. Mivel foglalkozik a kohászat?

6.1.a. A kohászat fémeknek az érceiből történő kinyerésével, finomításával, ötvöztetésével, öntésével, képlékenyalakításával, hőkezelésével, szerkezetének és tulajdonságainak vizsgálatával foglalkozó komplex tudomány.

6.1.b. A kohászat fémeknek az érceiből történő kinyerésével, öntésével, hőkezelésével, szerkezetvizsgálatával foglalkozó komplex tudomány.

6.1.c. A kohászat fémeknek az érceiből történő kinyerésével, ötvöztetésével, képlékenyalakításával, szerkezetének vizsgálatával foglalkozó komplex tudomány.

### 6.2. Sorolja fel a kohászat három fő csoportját!

6.2.a. Tüzi kohászat, ötvöztetés, képlékenyalakítás

6.2.b. Öntés, hőkezelés, képlékenyalakítás

6.2.c. Pirometallurgia, hidrometallurgia, elektrometallurgia

### 6.3. A fémek alapján a kohászat milyen csoportjait különböztetjük meg?

6.3.a. Vaskohászat, nemesfémkohászat

6.3.b. Vaskohászat, fémkohászat

6.3.c. Vaskohászat, alumíniumkohászat.

### 6.4. Hogyan fordulnak elő a fémek a természetben?

6.4.a. A fémek oxidokban, szulfidokban és karbonátokban fordulnak elő.

6.4.b. A fémek oxidokban, kristályos vegyületekben és ércekben fordulnak elő.

6.4.c. A fémek közetekben és ásványi sókban fordulnak elő.

### 6.5. Sorolja fel a fontosabb vasérceket és gyakoribb meddőit!

6.5.a. A fontosabb vasércvegyületek: vasérc, vöröskő, barnakő, vaspát

6.5.b. A fontosabb vasércvegyületek: magnetit, hematit, limonit, sziderit

6.5.c. A fontosabb vasércvegyületek: mágneses vasérc, vörös vasérc, barnakő, hematit

### 6.6. Sorolja fel a fontosabb ipari vasfajtákat!

6.6.a. Vasszivacs, nyersvas, öntöttvas, acél

6.6.b. Lágyvas, öntöttvas, acél

6.6.c. Lágyvas, nyersvas, acél

### 6.7. Mi az a szürke nyersvas?

6.7.a. Szürke nyersvas keletkezik, amikor a kohóba szilíciumot adagolnak, és az egész megszilárduláskor lassan hűl le, a nem oldódó elemi szénből pedig grafit lesz

6.7.b. Szürke nyersvas a szilícium hozzáadagolása miatt jön létre

6.7.c. Szürke nyersvas keletkezik akkor, amikor az olvadék lassan hűl le, ezt a szint a nem oldódó elemi szén adja azáltal, hogy grafit lesz belőle.



#### 6.8. Jellemezze az ötvözetlen és az ötvözött acélt!

6.8.a. Az ötvözetlen acélok a nyersvasak, lágyvasak, míg az ötvözött acélok a rozsdamentes acélok

6.8.b. Az ötvözetlen acélok csak szenet tartalmaznak, míg az ötvözött acélokban a szénen kívül más ötvöző anyag is található

6.8.c. Az ötvözetlen acélok a lágy acélok, míg az ötvözött acélok a kemény acélok

#### 6.9. Sorolja fel az acélok készítésénél alkalmazott legfontosabb hőkezelési eljárásokat!

6.9.a. Melegítés, megolvasztás, lehűtés

6.9.b. Megolvasztás, lehűtés

6.9.c. Felmelegítés, hőntartás, hűtés

#### 6.10. Mi az aluminátlúg és a vörösiszap?

6.10.a. Aluminátlúg keletkezik a bauxitból, amikor a feltárás során annak alumíniumtartalma oldatba megy át. Ebből a szilárd fázist ülepítéssel, szűréssel távolítják el és ez lesz a vörösiszap.

6.10.b. Aluminátlúg az alumínium lúgos oldata, vörös iszap pedig a vasoxid tartalmú mellékterméke

6.10.c. Aluminátlúg az oldott alumíniumoxid, vörös iszap pedig a rozsdás vasat tartalmazó iszap

#### 6.11. Melyek az alumínium ötvöző elemei?

6.11.a. Réz, mangán, vas, ólom, cink

6.11.b. Réz, mangán, szilícium, magnézium, cink

6.11.c. Réz, mangán, szilícium,

#### 6.12. Ismertesse a színesfémek előfordulási formáit!

6.12.a. Elemi állapotban és ércek formájában fordulnak elő, mivel nemesfémek

6.12.b. Csak ércek, valamint pirit ásványi formában fordulnak elő

6.12.c. Előfordulnak elemi állapotban, kvarc vagy pirit ásványokban, ércek formájában

## 6. Megoldáskód a 6-os témához

|     |          |     |          |     |          |      |          |
|-----|----------|-----|----------|-----|----------|------|----------|
| 6.1 | <b>a</b> | 6.4 | <b>a</b> | 6.7 | <b>a</b> | 6.10 | <b>a</b> |
| 6.2 | <b>c</b> | 6.5 | <b>b</b> | 6.8 | <b>b</b> | 6.11 | <b>b</b> |
| 6.3 | <b>b</b> | 6.6 | <b>a</b> | 6.9 | <b>c</b> | 6.12 | <b>c</b> |

## 7. Hivatkozások

[6.1]A vas és a vaskohászat (<http://www.sci-tech.hu/kohaszat.sci-tech.hu/00home/00home.htm>)

[6.2]Könnyűfém-kohászat. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Könnyűfém-kohászat>

[6.3]Legnagyobb bauxit lelőhelyek. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Bauxit> (Lásd. 121)

[6.4]A Bayer-eljárás egyszerűsített folyamatábrája. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Bayer-eljárás> (Lásd: 122)

[6.5]A MAL Zrt. Ajka melletti tározójának átszakadt gátja és a kiömlő vörösiszap. <http://www.cikk-cakk.abbcenter.com/?id=108569&cim=1> (Lásd: 123)

[6.6]Alumínium elektrolizáló kád függőleges tűskés önsülő (Söderberg) anóddal. [http://hu.wikipedia.org/wiki/Fájl:Elektrolizalo\\_kad.jpg](http://hu.wikipedia.org/wiki/Fájl:Elektrolizalo_kad.jpg) (Lásd: 124)

[6.7]Blokkanódos kádszerkezet automatikus timföld adagolással. <http://www.szubjektum.hu/bauxit/text/Alugyar.htm> (Lásd: 125)

[6.8]Magnéziumgyártás. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Magnézium>

[6.9]Magnéziumötvözetek az autógyártásban. <http://autotechnika.hu/uploads/files/archiv/2006/03/68-70.pdf>

[6.10]Titánkohászat. [http://hu.wikipedia.org/wiki/Titán\\_\(elem\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/Titán_(elem))

[6.11]Színesfémkohászat. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Színesfém-kohászat>

---

# 7. fejezet - Alapvető fémmegmunkáló technikák

## 1. Öntés, képlékenyalakítás, préselés, mélyhúzás.

(<http://hu.wikipedia.org/wiki/Képlékenyalakítás> )

### 1.1. Öntés

<http://hu.wikipedia.org/wiki/öntészet>

Az **öntészet feladata és célja** az, hogy a megolvasztott fémeket egy üreges öntőformába öntve öntvényeket állítsanak elő. Az öntészetet három szempont szerint csoportosítjuk.

Az öntött fém milyensége szerint:

1. vas- és acélöntészet,
2. fémöntészet (minden, ami nem vasalapú).

Az öntési módszer szerint:

1. gravitációs öntés,
2. nyomásos öntés.

Az öntőforma anyaga szerint:

1. homokforma,
2. fém kokilla,
3. egyéb.

Az öntés termékei igen változatosak. Öntéssel készítenek például a gépállványokat és házakat, háztartási gépek, járművek, elektrotechnikai eszközök stb. alkatrészeit.

Az **öntészet** vagy **fémöntés** lényege az, hogy elkészítenek egy olyan üreget, ami a munkadarab negatívját tartalmazza (ezt *formának* nevezik). Az üregbe megolvasztott fémeket öntenek, majd hagyják megdermedni.

Az öntészet ahhoz, hogy az öntvény elkészüljön, a következő ismeretekkel kell rendelkezni:

- a forma- és mag elkészítéséhez szükséges megfelelő anyagok,
- az öntött fémek sajátságai,
- az öntési folyamat jellemzői,
- az öntészeti olvasztókemencék és öntőgépek tulajdonságai,
- az öntött termék tulajdonságaival stb.

Öntéssel változatos és bonyolult alakú fémtermékek állíthatók elő. Az öntészet termékei például a robbanómotorok motorblokkjai, szivattyúházak, víz- és gázszelepek, fürdőkádak kilincsek stb.

A **fémöntés és a formakészítés** technológiája szerint a következő eljárásokat különböztetjük meg:

- öntés homokformázással,
- precíziós öntés,

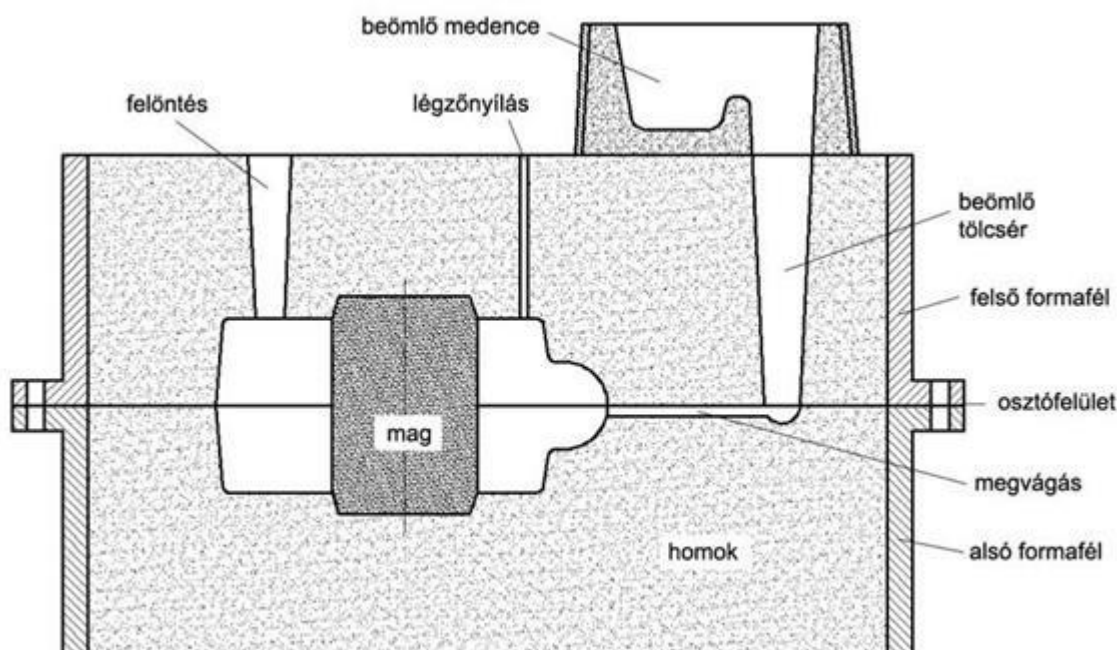
- keramikus formázás,
- kokillaöntés.

Az öntészet technológiái a következők:

Nyers homokformázás

Homokformázáskor a forma készítésére **agyagkötésű homokot** használnak. A formaüreget *minta* segítségével készítik el. A minta a munkadarab zsugorméreteivel és öntési ferdeséggel kiegészített (néha beömlő rendszerrel készült) mása. A minta általában többször használatos, de készülnek ún. elvesző minták is (például viaszból). Amennyiben az öntvény üreges, az üregek helyére *magokat* helyeznek, azok pontos elhelyezéséről *magjelekkel* gondoskodnak. A folyékony fém a beömlő rendszeren keresztül juttatják a formaüregbe. Az öntés során keletkező gázok elvezetéséről *légzőfuratokkal*, a dermedés közbeni zsugorodás miatti fémútánpótlásról *tápfejjel* vagy *felöntéssel* gondoskodnak.

## 7.1. ábra - Öntőforma metszete



<http://hu.wikipedia.org/wiki/öntészet>

A forma általában többrészes, leggyakrabban két részből áll. A formakészítés az **alsó formafél** elkészítésével kezdődik. A mintát (illetve annak osztófelülettel osztott felét) és a *formaszeke*rányt ráhelyezik egy formázólapra. Az osztófelület lehet sík, vagy ha a darab alakja megkívánja, tört felület is. A formaszeke

rányt kitöltik formahomokkal és tömörítik (döngöléssel, rázással, sajtolással stb.). Miután elkészült az alsó formafél, megfordítják, ráhelyezik a felső formaszeke

rányt és a **felső mintafelet**. Gondoskodnak a beömlő rendszerrel és a felöntésről, majd ezt a formafelet is kitöltik homokkal és tömörítik.



figyelembe vételével tervezik meg. A mintának üreges öntvény esetén tartalmaznia kell a *magjeleket* is, azokat a formában kialakítandó részeket, amelyek a magok pontos és biztos elhelyezését biztosítják. A minta eltávolíthatósága érdekében a mintán – az osztófelület felé mutató – oldalferdeséget kell kialakítani. Az oldalferdeség mértéke kézi formázás esetén  $1-3^\circ$ , gépi formázáskor  $0,5-1^\circ$ . A minta készülhet rétegelt fából, műanyagból és fémből. Felületét lakkozással, festéssel védik az igénybevételtől.

#### Precíziós öntés

Precíziós öntésnél a minta **alapanyaga viasz**, amelyet fém, vagy speciális gumi mesterformába sajtolással állítanak elő. A viasz mintákat hasonló anyagú és fűtős alakú közös beömlő rendszerre erősítik (*bokrosítás*). A formázás folyékony formázóanyagba való ismételt mártogatásból és szárításból áll. A formázóanyag általában szilikátpor tartalmú emulzió. A réteg hizlalását addig folytatják, míg el nem éri a 2–10 mm vastagságot. Ezután durvább szemcséket tartalmazó formázóanyagba mártogatják, majd a végleges vastagság elérése után kiolvasztják a viaszt, az üres kéregformákat pedig kiégetik. Öntéshez a formákat homokba ágyazzák és kiöntik folyékony fémmel. Precíziós öntéssel változatosabb alakú és pontosabb, jobb felületű öntvények állíthatók elő, de csak kisebb darabok esetén alkalmazható.

#### Keramikus formázás

A keramikus formázás célja nagy hőállóságú forma létrehozása. Ehhez cirkon és timföld kötőanyag keverékét öntenek egy mintára. Száradás után a formát leválasztják a mintáról és kiégetik. Ezután a formafeleket összeillesztik és kiöntik.

#### Gravitációs kokillaöntés

A legegyszerűbb kokillaöntési módszer régóta alkalmazott technológia. A kokillákat forgácsolással készítik, a felületeken  $0,5-2^\circ$ -os oldalferdeséget alkalmaznak. A homokformába öntéshez képest pontosabb a méret, a jobb a felület és a lényegesen nagyobb a termelékenység.

#### Kiszorításos kokillaöntés

A módszer alkalmazásakor a nyitott alsó kokillába beöntik az olvadt fémet, majd a felső kokillát az alsóhoz préselik, miközben az olvadt fém felveszi a kokillaüreg alakját és jelentős nyomás alá kerül. A kiszorításos kokillaöntés egyesíti az öntés és a kovácsolás sajátosságait. Színesfém szerelvények (pl. fürdőszoba csaptelepek) gyártásában és az autógyártásban használják.

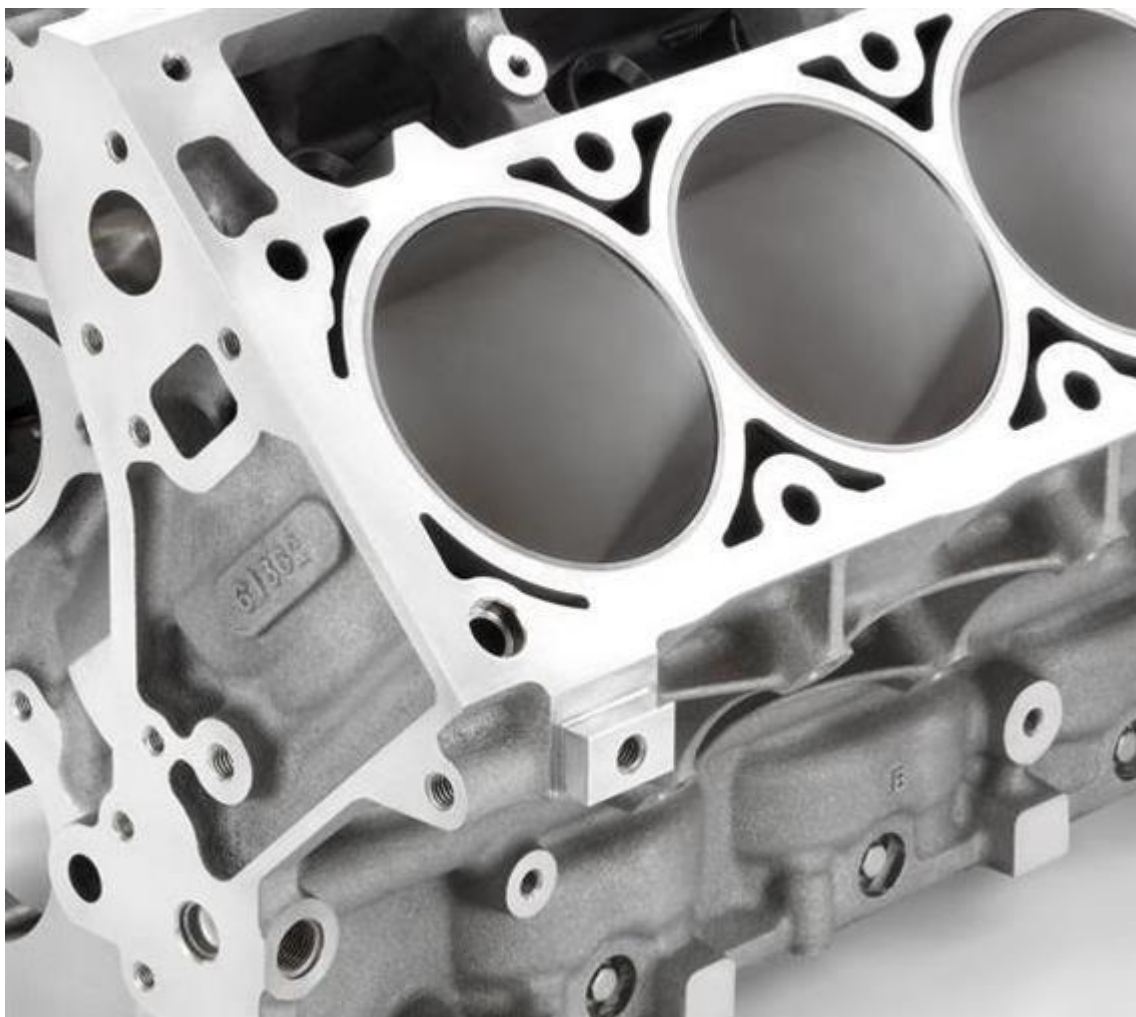
### 7.2. ábra - Acéldugattyú öntvényből



### 7.3. ábra - Hajtókar öntvényből



**7.4. ábra - Perselyes motorblokk. A henger vas, ezt öntötték “körbe” könnyű alumíniummal.**



<http://www.geree.hu/motor-mechanika/a-hengerfejtomites-alatt/hengertomb/>

### 7.5. ábra - Motorblokkok szilíciummal ötvözött alumínium öntvényből



<http://www.geree.hu/motor-mechanika/> .

## 1.2. Olvasztó berendezések

**Tégelykemencék:** Az olvasztandó fémeket általában grafitból készült tégelyben olvasztják meg. A fűtés földgázzal vagy elektromos módszerrel történik. A fémfürdő felületét sóoldadék réteggel vagy védőgázzal, esetleg vákuummal védik meg az oxidációtól.

### 7.6. ábra - Indukciós öntési tégelykemence

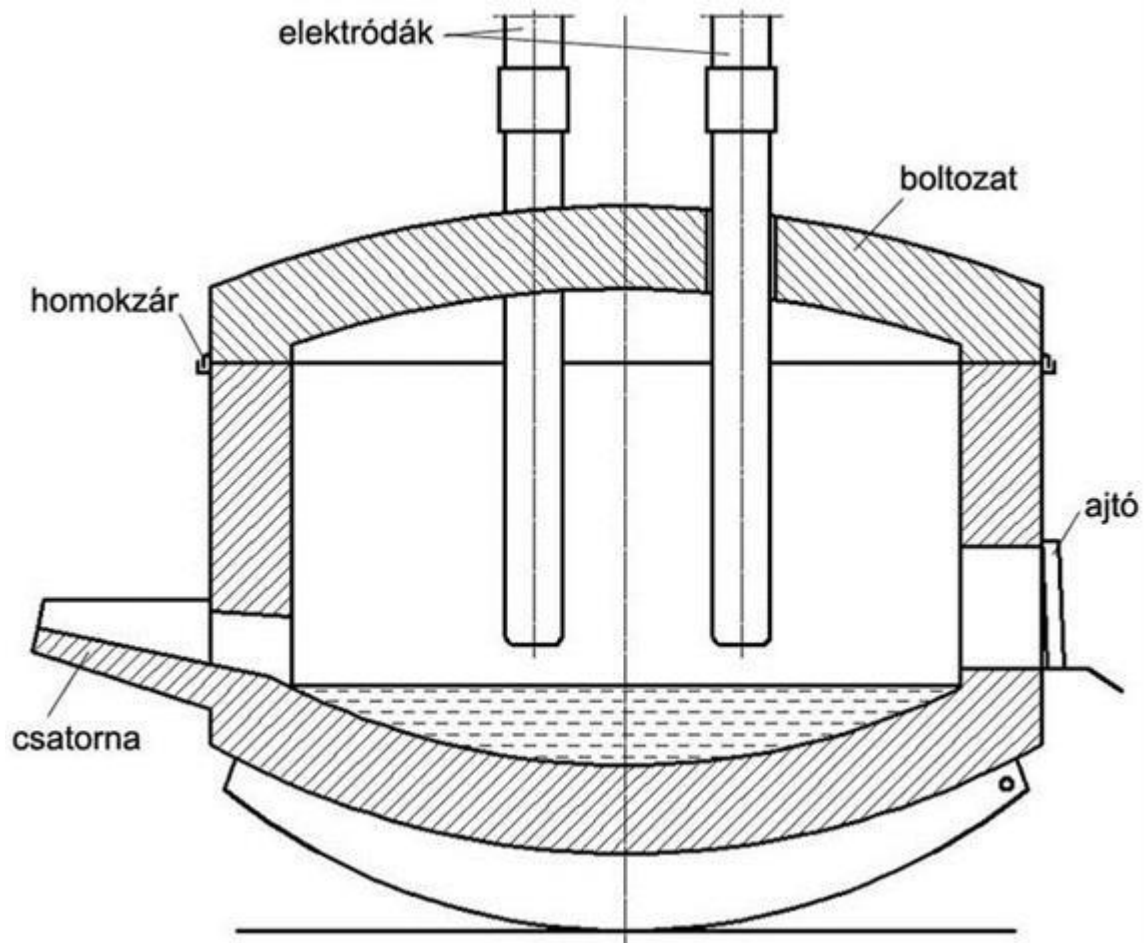


<http://www.ua.all.biz/hu/indukcios-ontesi-tegelykemencek-g603627>

**Ívkemencék:** A fémeket az elektromos ív hőhatásával olvasztják meg, főleg ötvöztött acélöntvények anyagának készítésére használják.

### **7.7. ábra - Acélgyártás, Heroult ívkemence**





<http://hu.wikipedia.org/wiki/Acélgyártás>

**Kupolókemencék:** Aknás típusú kemence, a legrégebben használt típus az öntödékben. Az alapanyagot (nyersvasat, kokszot) felülről adagolják, levegőt fújnak be, a megolvadt vasanyagot és a salakot külön csapolják.

**AOD (Argon Oxygen Decarburization) konverterek:** A konverterben lévő vasfűdőt a befúvatott argon–oxigén–nitrogén gázkeverék állandó keverésben tartja, amivel meggyorsulnak a redukációs folyamatok. Főleg alacsony szén- és szennyező tartalmú saválló acélok gyártásakor használatos.

### 7.8. ábra - Argon oxigén befúvású szénmentesítő konverter



[http://www.tradekorea.com/product-detail/P00300110/AOD\\_\\_argon\\_oxygen\\_decarburization\\_.html](http://www.tradekorea.com/product-detail/P00300110/AOD__argon_oxygen_decarburization_.html)

### 1.3. Képlékenyalakítás,

A **képlékenyalakítás** a fémek alakításának az a módszere, amikor a darab alakját úgy változtatjuk meg, hogy arra megfelelő nagyságú erőt fejtünk ki, miközben az anyagfolytonosság nem szakad meg (nincs szakadás, törés) és a test tömege változatlan marad. Az alakítás befejezése után a darab **alakja megmarad** (*maradó alakváltozás*), szemben a *rugalmas alakváltozással*. Az esetlegesen leváló anyagmennyiség nem forgács alakban távozik, ezért régebben használták az eljárásra a *forgács nélküli megmunkálás* elnevezést is. A fémek képlékenyalakítására számos módszer alakult ki.

A legfontosabb képlékenyalakítási technológiák

az öntés,

a kovácsolás,

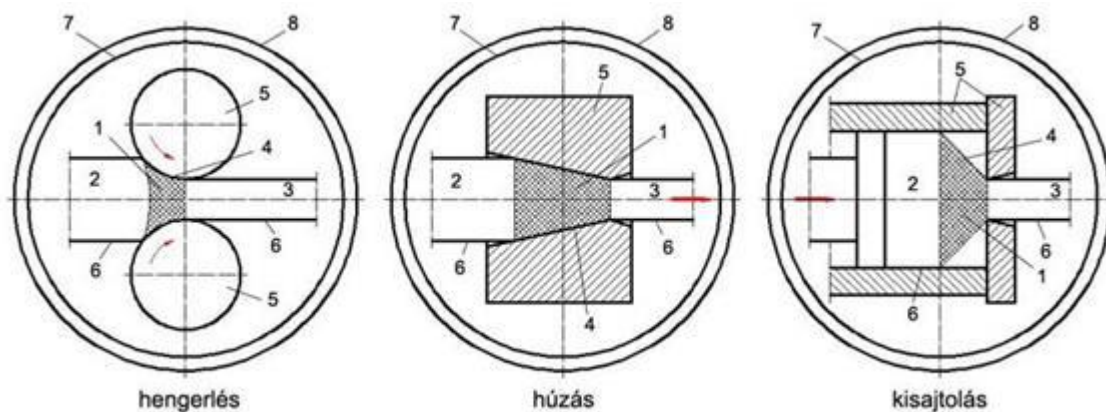
a hengerlés,

a húzás,

a kisajtolás,

a varrat nélküli csőgyártás stb.

### 7.9. ábra - Képlékeny alakítások: hengerlés, húzás, kisajtolás



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Képlékenyalakítás>

A fémek képlékenyalakítása történhet **melegen, hidegen vagy félmelegen**. A felmelegített darabok kisebb erőhatással alakíthatók, mert ilyenkor kisebb az alakítási szilárdság ( $k_f$ ) értéke. A meleg- és a hidegalakítás között az adott fémre jellemző *újrakristályosodási hőmérséklet* a választóvonal. Az újrakristályosodási hőmérséklet fölött az egymást követő alakítási műveletek között a fém újrakristályosodik, azaz nem lép fel keményedés. Ezzel szemben a hidegalakítás során a darab keményedik, ami egy idő után akár lehetetlenné is teheti a további alakítást. Ilyenkor – ha további képlékenyalakításra van szükség – a fémot lágyítással ismét alakítható állapotba kell hozni.

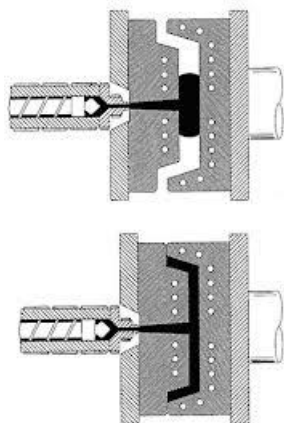
## 1.4. Préselés

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus\\_sajtók](http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus_sajtók)

Direkt extrudálás sajtolás; indirekt préselés

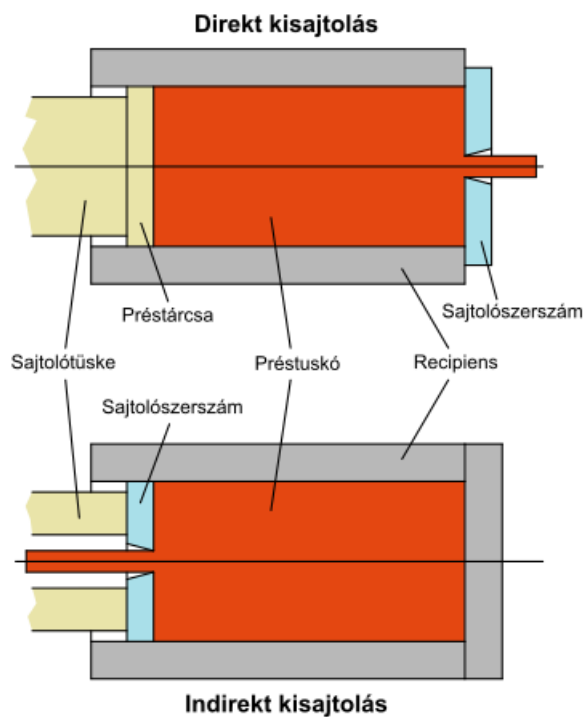
- Hidraulikus sajtók:** A hidraulikus sajtókban az alakítást a hidraulikus hengerben mozgó dugattyúhoz kapcsolt szerszám végzi, az alakító erőt nagynyomású víz vagy olaj közvetíti. Megkülönböztetjük a négy- és kétszlopos, valamint a zárt keretes hidraulikus sajtókat – mindezek általában a nagyobb darabok szabadalakító kovácsolására szolgálnak.
- Mechanikus sajtók:** A medvét változatos mechanikus megoldásokkal mozgatják (így például vannak forgattyús és excenteres sajtók, dörzsajtók).

### 7.10. ábra - Fröccs sajtolás



<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch09s08.html>

### 7.11. ábra - Kisajtolás módjai: direkt, indirekt



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kisajtolás>

## 7.12. ábra - Mechanikus sajtó





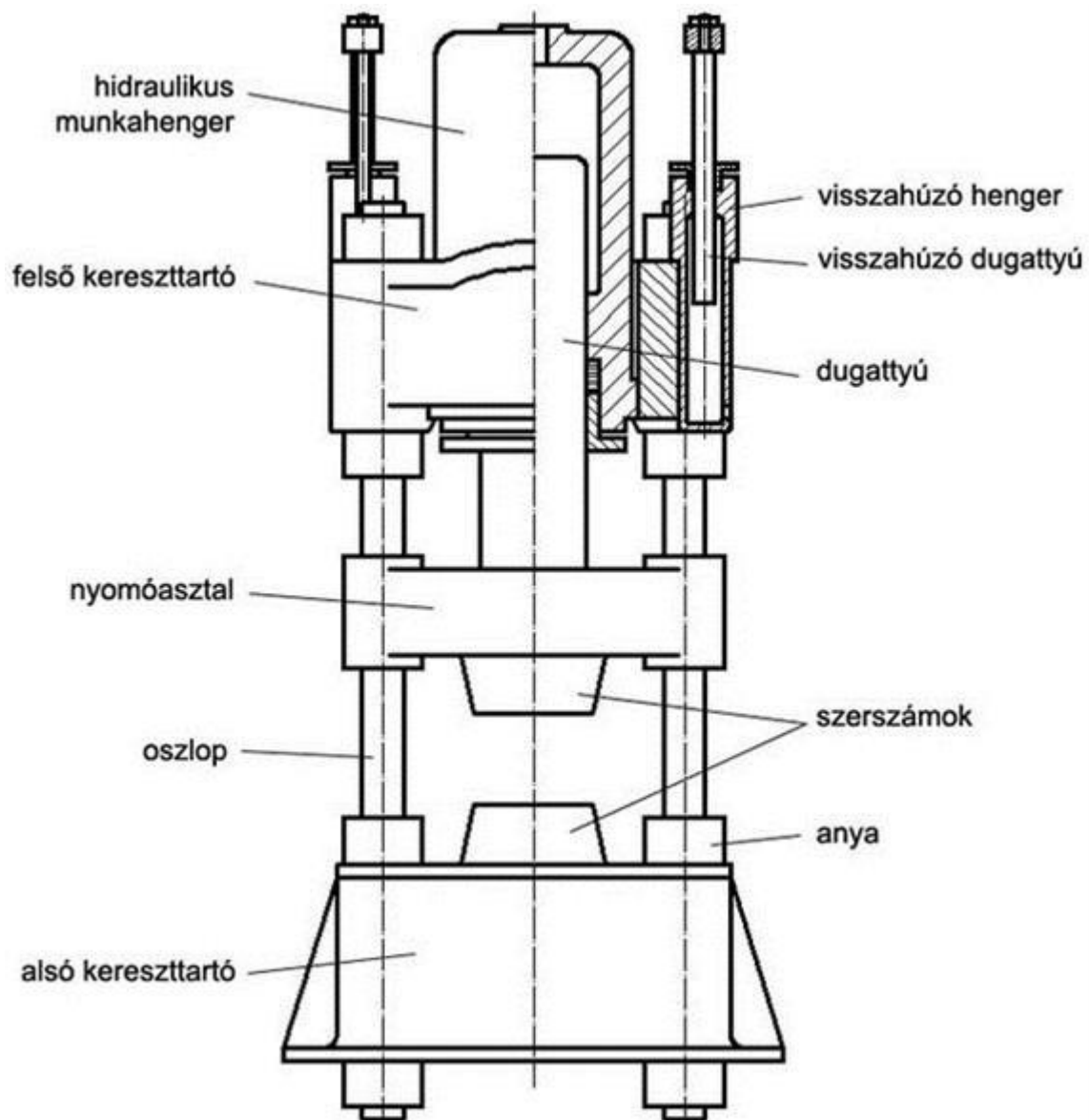
[http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus\\_sajtók](http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus_sajtók)

**7.13. ábra - Pneumatikus asztali sajtoló gép**



<http://www.flexmont.hu/Termekaink/Sajat-gyartasu-epitoelemek>

**7.14. ábra - Négyoszlopos hidraulikus kovácssajtó**



[http://hu.wikipedia.org/wiki/Hidraulikus\\_kovácssajtó](http://hu.wikipedia.org/wiki/Hidraulikus_kovácssajtó)

**7.15. ábra - Csavarorsós prés**



<http://www.fermatmachinery.com/hasznalt-gepek/pres/csavarorsos/lv-500-hu-122012/>

## 1.5. Mélyhúzás.

A képlékenyen alakító technológiai eljárásokat a külső alakító erő által létrehozott mechanikai **feszültség és a művelet jellege szerinti feszültségek alapján lehet csoportosítani**:

1. *Nyomásos alakítás*: a fő alakváltozást egy-vagy többtengelyű nyomófeszültség hozza létre (**kovácsolás, hengerlés, kisajtolás, folytatás**).
2. *Húzó-nyomó alakítás*: az alakváltozás húzó- és nyomófeszültségek együttes hatására jön létre (**rúd-, drót- és csőhúzás, mélyhúzás**).
3. *Húzó jellegű alakítás*: egy- vagy többtengelyű húzófeszültség segítségével történik az alakítás (nyújtvahengerlés, feltágítás, domborítás).
4. *Hajlító alakítás*: vékony termékek hajlítása, például a lemezek élhajlítása, a görgőkkel végzett idomhajlítás tartozik ide.
5. *Alakítás csúsztatófeszültséggel*: a **szabadalakító kovácsolás** technológiai műveletei közül az áttolás és a csavarás sorolható ide.

Az **alakítástechnológiai eljárások** különböző jellegű mechanikai feszültségeket „alkalmaznak”. Ettől eltekintve azonban a képlékenyalakító technológiáknak közös sajátosságaik is vannak. A gyártástechnológiák egységes elvet megfogalmazó rendszerében Lange nyolc kategóriába sorolja a kapcsolódó fogalmakat:



1. *Alakítási zóna*: az a térrész, amelyben a képlékeny alakváltozás végbemegy (geometria viszonyok, feszültségállapot, alakváltozás, sebességviszonyok, hőmérséklet-eloszlás stb.).
2. *Az alakítandó anyag jellemzői*: kémiai összetétel, mechanikai és fizikai tulajdonságok, kristályszerkezet, fémfajta jellemzők.
3. *Az alakított anyag jellemzői*: minőség, méretek és ugyanazok a jellemzők, mint az előző pontban (de többségük változó értékkel).
4. *Határérték*: az alakított anyag és az alakító szerszám határértékeiben lezajló sajátos jelenségek, súrlódás, kenőanyagok, kopás.
5. *Alakító szerszám*: szerszámgeometria, szerszámanyag, szerszám méretezése, kopása, mechanikai és termikus igénybevétele stb.
6. *Az alakított anyag és a környezet közötti kölcsönhatások*: a fém felületén végbemenő fizikai és kémiai folyamatok, oxidáció, adszorpció stb.
7. *Alakító gép*: az alakítási folyamatok kinematikai és dinamikai feltételeinek biztosítása, méretpontosság, kapacitás, energiaigény.
8. *Gyártó üzem*: alakító gépek rendszere, segédberendezések, melegítő és hűtő egységek, anyagmozgatás, ergonómia, környezetvédelem, üzemszervezés, automatizálás stb.

## 2. Kovácsolás, forgácsolás.

### 2.1. Kovácsolás,

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kovacsolas>

A **kovácsolás** a fémek képlékeny alakításának legősibb módszere. Kovácsoláskor a fémeket általában két szerszám alakító felületei között, ütésekkel vagy nyomással formálják. Alakíthatják meleg, hideg vagy félmeleg állapotban (ez egyébként a legtöbb képlékenyalakító módszerre igaz). A kovácsolt darabok hossza néhány millimétertől több méterig terjedhet. A kovácsolás lehet kézi vagy gépi, utóbbi lehet szabadalakító vagy süllyesztékes.

A kovácsolás célszerű módszerét a gyártás költségei határozzák meg, ez pedig elsősorban a sorozatok nagyságától függ. A gyártási költség egyik tényezője a *forgácsolási költség*. **Szabadalakító kovácsolásnál** majdnem mindig nagyobb forgácsolási hozzáadással kell dolgozni, tehát nagyobbak a forgácsolási költségek. A **süllyesztékes kovácsolásnál** a **süllyeszték szerszám költségeit** kell figyelembe venni. Minél nagyobb a széria, annál kisebb a szerszám fajlagos költsége, tehát a süllyesztékes kovácsolás egyértelműen a tömeggyártás módszere. Számításba kell még venni a *melegítés*, a *gépek működtetése*, az *élőmunka* stb. költségeit is.

Szabadalakító kovácsolás műveletei

- **Nyújtás**: A szabadalakító kovácsolás legalapvetőbb művelete. A nyújtóbetét általában lapos, téglalap nyomófelületű szerszám. A nyújtás annál erőteljesebb, minél keskenyebb a nyújtóbetét.
- **Duzzasztás**: Olyankor szükséges, ha kis keresztmetszetű kiinduló anyagból nagyobb keresztmetszetű darabot kell kovácsolni. Gyűrűk, korongok, tárcsák lyukasztásának előkészítésére is alkalmazzák.
- **Lyukasztás**: Tömör vagy üreges lyukasztó tűskével végzik, egy vagy két oldalról.

### 7.16. ábra - Kivágó és lyukasztó gép



<http://www.fermatmachinery.com/hasznalt-gepek/mas-gepek/kivago-es-lyukaszto-gep/>

- **Vállazás:** Az éles vagy nagyobb átmenetek kialakításának segédművelete. Egyszerű nyújtással ugyanis nem lehet éles átmenetet biztosítani, mert az ütések helye mellett az anyag behúzódik.
- **Áttolás:** Az anyagtakarékosságot és a kedvezőbb szálrendeződést segíti elő.

### 7.17. ábra - Excenteres kézi hajlító gép



<http://www.okgep.hu/xs.html>

### 7.18. ábra - Amada HD 1003 NT motoros meghajtású hajlítógép



<http://www.cnc.hu/2011/06/standbemutato-epl-tech-kft/>

- **Hajlítás:** Általában a görbe kovácsdarabok alakításának utolsó művelete. Többnyire csak a darab egy kis részét kell egy görbe vonal mentén meghajlítani. Eközben ügyelni kell a húzott, külső oldal „behúzódására”: ezen a részen szükség esetén anyagtöbbletet kell biztosítani.

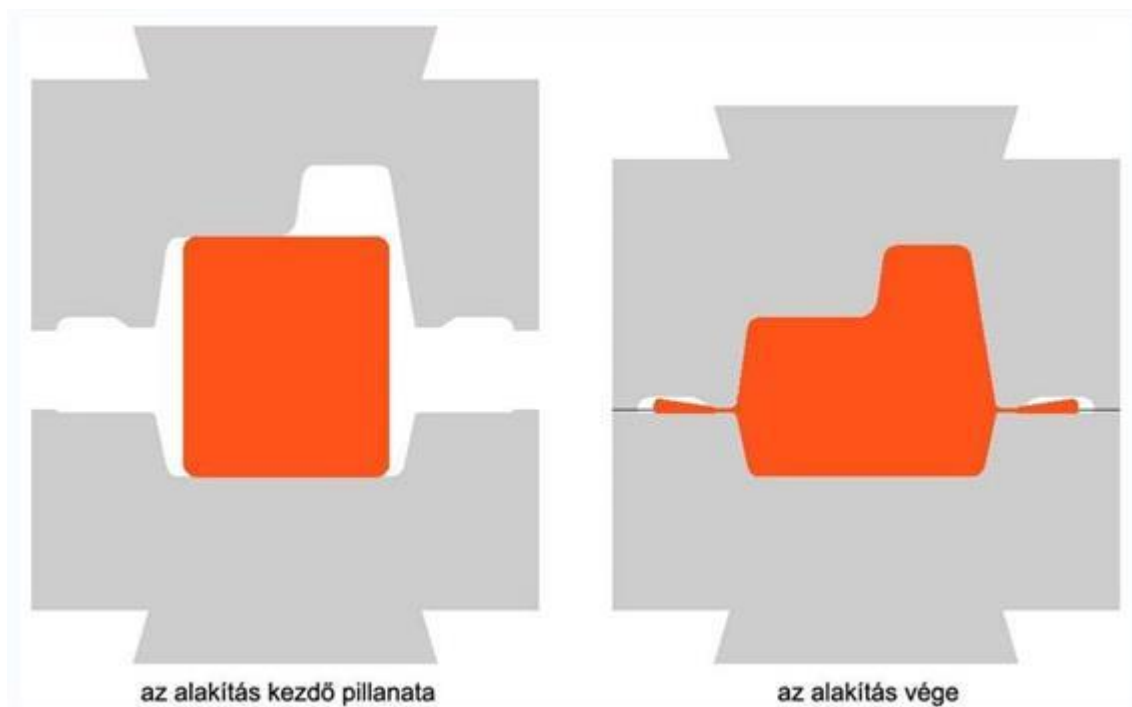
- **Csavarás:** Kényes művelet, ezért megfelelő hőmérsékleten kell végezni. A kovácsdarab egyik részét általában úgy fordítják el valamilyen szöggel a többihez képest, hogy a darabot először egy síkban lekovácsolják, és a műveletsor végén csavarják meg.

- **Kovácshegesztés:** A bonyolult alakú kovácsdarabokat gyakran részekre bontva kovácsolják, és a részeket hegesztéssel, igen gyakran kovácshegesztéssel egyesítik. A kis karbontartalmú (a kohászatban a szén helyett többnyire a karbon kifejezést használják) acélok (mintegy 0,15% C-tartalomig) általában jól hegeszthetők, előlött azonban a hegeszthetőség már korlátozott.

Süllyesztékes kovácsolás

**Süllyesztékes kovácsolással** bonyolultabb kovácsdarabok állíthatók elő, a szabadalakító kovácsolásnál pontosabban és többnyire nagy sorozatban. A munkadarabot általában két félből álló szerszámmal alakítják, ezek a *süllyesztékek*. A süllyesztékszerszámokba a kovácsdarab két részre osztott negatívját munkálják be. A süllyesztékeket elválasztó felület az *osztófelület*.

### 7.19. ábra - Süllyesztékes kovácsolás



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kovácsolás>

A **süllyesztékes kovácsolásnak** számos módszere van (sorjával végzett, sorja nélküli, méretpontos stb.). A következőkben a „legközönségesebb” eljárásról, a sorjával végzett alakításról szólnunk. Ebben a darabolási pontatlanságból származó és az egyéb szempontok miatt tervezett anyag többlet az üreg és az osztófelület határán kiképezett üregrészbe áramlik: ez a *sorjacsatorna*, a bekerülő anyag pedig a *sorja*. A sorjacsatorna két, jól megkülönböztethető része:

1. a *sorjahíd* és
2. a *sorjászák*.

Az üregben el nem férő anyag többlet a sorjahídon távozik a sorjászákba. A sorjahíd méreteit úgy kell megválasztani, hogy az anyag kiáramlását tegye lehetővé, de egyúttal gátolja is annyira, hogy az anyag előbb a süllyesztéküreg nehezebben töltődő részeit töltse ki. A sorjászák méretét úgy kell meghatározni, hogy elférjen benne a kiáramló anyag. A sorja eltávolítása a kovácsolás végén egy külön művelet (*sorjázás*).

A kovácsolás gépei

**Kalapácsok:** Kovácsüzemi kalapácsoknál az alakítást általában egy gyorsulva mozgó tömeg (medve) mozgási energiája végzi el. A medve mozoghat a nehézségi gyorsulással, vagy annál gyorsabban. A medvét mozgathatják mechanikusan, illetve sűrített gőzzel vagy levegővel. A szabadalakító és a süllyesztékes kovácsolásra alkalmas kalapácsok egyik legalapvetőbb különbsége az alapozás: a szabadalakító kalapácsok tőkéjét és gépállványát külön alapozzák, a süllyesztékes kalapácsokat (amelyekben a tőke és az állvány egyetlen, zárt rendszer) egyetlen alaptömbön helyezik el.

Rugós kalapács

Légpárnás kalapács

Ejtőkalapácsok

Gőz-légkalapácsok

Hidraulikus kovácscsajtó

## 2.2. Forgácsolás.



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Forgácsolás>

A **forgácsolás** olyan anyagmegmunkáló módszer, amelynél a kiinduló darabról a fölösleges részeket – egy arra alkalmas szerszám (*forgácsolószerszám*) segítségével – *forgács* formájában távolítják el. A forgácsolás történhet mértanilag határozott és határozatlan élű szerszámmal. A határozott élű szerszámok közé tartozik például az *esztergálás* vagy a *fűrészlap*, a határozatlan élű szerszámok közé például a *köszörűkorong*.

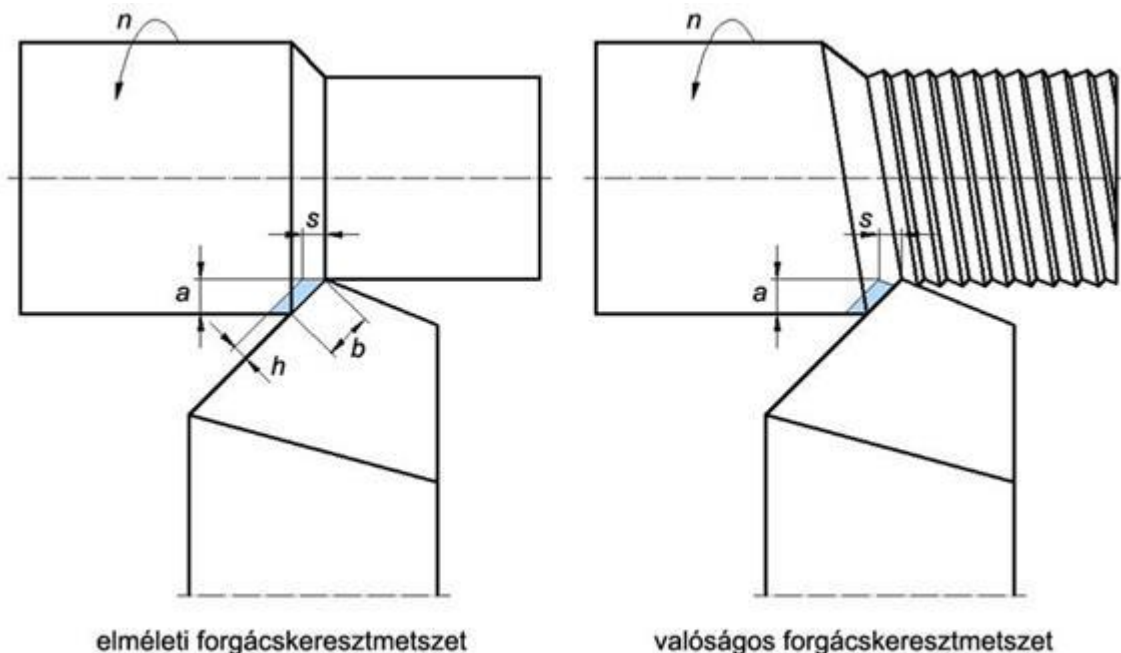
A forgácsolás fontosabb módszerei az **esztergálás**, a **gyalulás** és **vésés**, a **marás**, a **fúrás**, a **köszörülés**, az **üregelés** stb. Néhány forgácsolási műveletet kézzel is el lehet végezni (pl. reszelés, dörzsölés, fűrészelés), de általában gépi erővel, *forgácsológépekkel* forgácsolnak.

#### Mozgásviszonyok

A forgácsolási művelet végrehajtásához a munkadarabnak és a szerszámnak el kell mozdulni egymáshoz képest. A mozgásokat mindig egy állónak képzelt munkadarabhoz viszonyítják, függetlenül attól, hogy a tényleges mozgások hogyan is valósulnak meg. A forgácsolás során előforduló mozgásfajták:

1. a *forgácsoló mozgás* előtoló mozgás nélkül egyszeri forgácsleválasztást tesz lehetővé a munkadarab egy fordulatára vagy lökete alatt;
2. az *előtoló mozgás* a forgácsoló mozgással együtt folyamatos vagy többszöri forgácsleválasztást biztosít több fordulat vagy több löket alatt;
3. a *hozzáállító mozgás* az a mozgás, amellyel a forgácsolás megkezdése előtt a szerszámot a munkadarabhoz állítják;
4. a *fogásvételi mozgás* az a mozgás, amellyel a leválasztandó anyagréteg vastagságát beállítjuk, eredménye a *fogásmélység*;
5. az *utánállító mozgás* korrekciós, hibakiigazító mozgás a darab és a szerszám között.

#### 7.20. ábra - A forgácskeresztmetszet elméleti és tényleges alakja



<http://gepeszet.hupont.hu/5/hideg-alakitas-i>

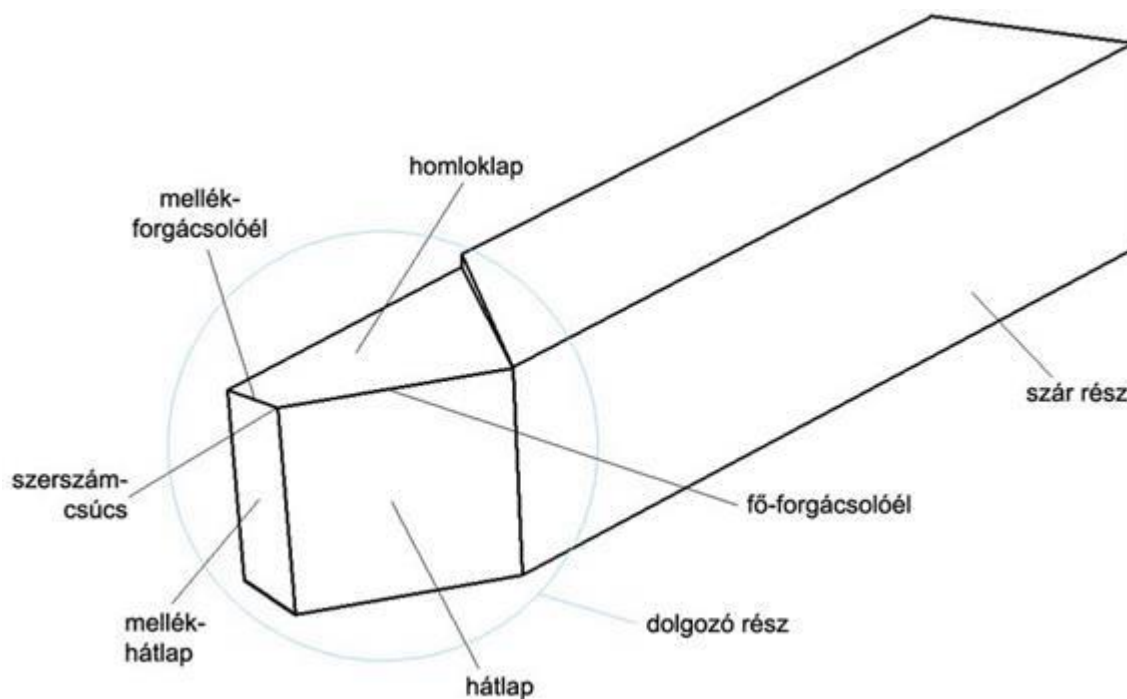
#### A forgácsoló szerszámok élgeometriája

A forgácsoló szerszámok esetén egyértelműen meghatározható élgeometriáról csak a szabályos élű szerszámok esetén lehet beszélni. De a különböző célú szabályos élű szerszámok kialakítása is igen változatos. Ezért a

forgácsoló szerszámmal kapcsolatos fogalmak értelmezését mindig a legegyszerűbb alakon, az egyélű szerszámon lehet bemutatni.

A forgácsoló szerszámoknak két fő részre van: a *szár* és a *forgácsoló* rész. A forgácsoló részt jellemző felületek, szögek és vonalak összességét, egymáshoz viszonyított helyzetét és számszerű értékeit összefoglaló néven *élgeometriának* nevezik.

## 7.21. ábra - Forgácsolószerszám részei és élgeometriája



### Forgácsoló szerszámok

A különböző forgácsolási feladatok ellátására sokféle forgácsoló szerszám létezik. Ezeket az alábbi szempontok szerint lehet csoportosítani:

1. az élek száma szerint lehet egyélű, kétélű, szabályosan és szabálytalanul sokélű;
2. az alkalmazás szerint van esztergakés, gyalukés, fúró, maró, üregelő túske stb.;
3. a dolgozó rész anyaga szerint szerszámacél, keményfém, kerámia, gyémánt és egyéb anyag;
4. szerkezeti kivitel szerint tömör, tompán hegesztett, váltólapkás, betétkéses stb.;
5. egyéb szempontok szerint (pl. az élszögek nagysága, a szerszám méretei stb.).

A forgácsoló szerszámok anyagának a kiválasztásakor **négy jellemzőt kell** elsősorban figyelembe venni: az anyag keménységét, szilárdságát, hőkezelését és a gazdaságossági kérdéseket.

**Forgácsoló szerszámok készítéséhez az alábbi anyagokat** használják:

1. szerszámacélok,
  - a. ötvöztelen szerszámacélok,
  - b. ötvözött szerszámacélok,
  - c. gyorsacélok,
2. keményfémek,

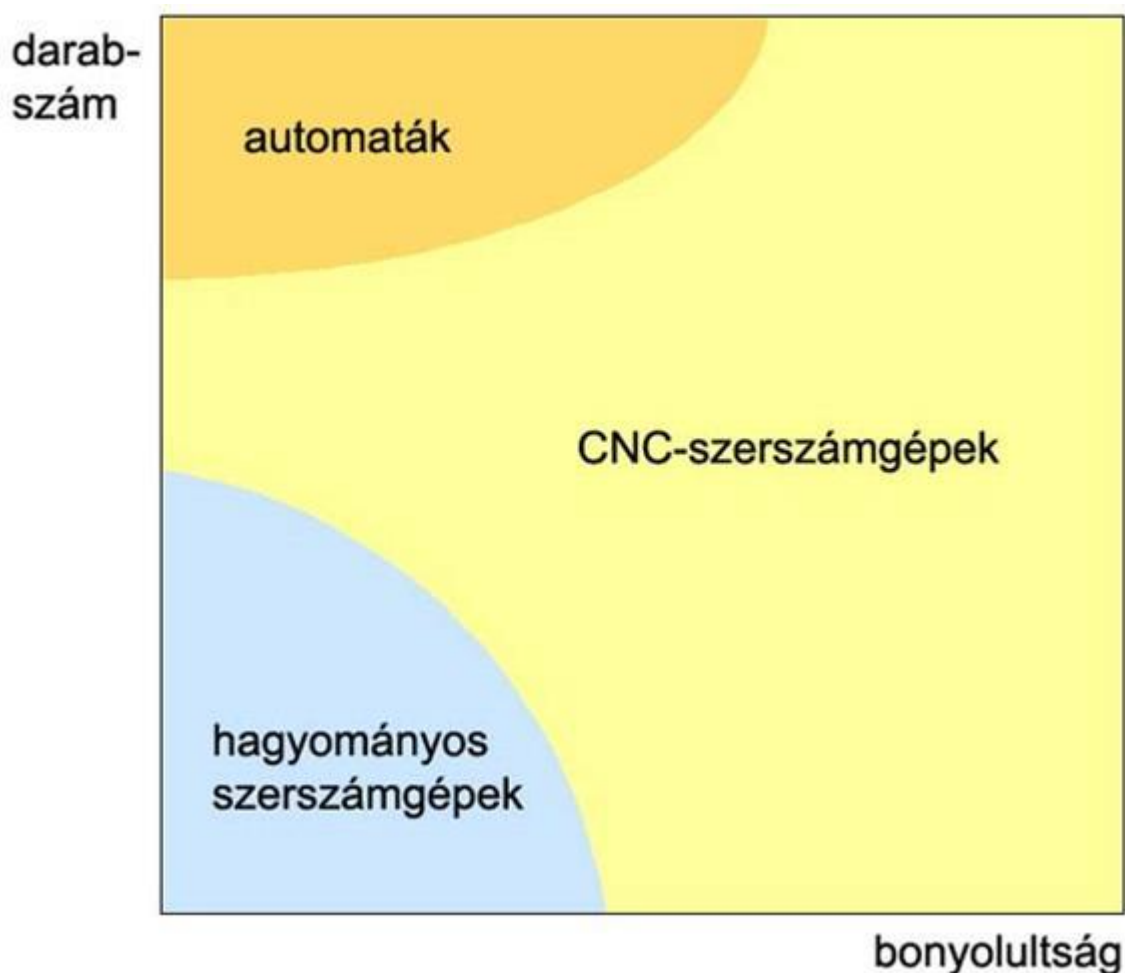
3. kerámia szerszámanyagok,
4. egyéb anyagok (pl. elbor-R, kompozit, gyémánt).

A forgácsoló szerszámok dolgozó része használat közben mechanikai igénybevételt szenved, felmelegszik. Emiatt a szerszám keménysége és szilárdsága csökken, a fellépő súrlódás miatt pedig kopik. A kopás a szerszám egyes részein jellegzetes kopásformákat okoz. A jellemző főbb kopásformák: hátkopás, homlokkopás, kráteres kopás, élkopás és csúcskopás. A kopás miatt a szerszám csak egy adott ideig használható. Ezt az időt fejezi ki az éltartam.

#### Forgácsoló szerszámgépek

A tágabb értelemben vett szerszámgépek közé tartoznak azok a munkagépek, amelyek mechanikai energia felhasználásával valamilyen módon – forgácsolással vagy képlékenyalakítással – szerkezeti anyagokat (fém, fa, műanyag stb.) dolgoznak fel, változtatják azok alakját. A forgácsoló szerszámgépek **forgács leválasztásával** végzik az anyag megmunkálását. Ilyenek pl. az *esztergagép*, a *gyalugép*, a *marógép*, a *fűrőgép* stb. A forgácsoló gépek sokszor egyetlen fajta művelet végzésére alkalmasak (*célgépek*), de gyakoriak az *univerzál* vagy *egyetemes* gépek is, amelyek többféle feladat ellátására is alkalmasak.

#### 7.22. ábra - A forgácsoló gépek típusának és a termékek darabszámnak az összefüggése



A **forgácsológépek fontosabb részei**: a gépágy vagy állvány, a hajtómű, a szerszámtartó, a munkadarabot befogó készülék, az előtolómű stb. Irányításuk lehet **kézi**, **gépi** (automatizált) vagy **vezérelt**. A korszerű szerszámgépeken a vezérlést **sámjegyvezérléssel** (NC-gépek, NC - *Numerical Control*) vagy **számítógépes vezérléssel** (CNC-gépek, CNC - *Computer Numerical Control*) oldják meg. Azt, hogy milyen típusú szerszámgépet célszerű használni adott feladat ellátására, a gazdaságosság kérdése dönti el, konkrétan a termék sorozatnagysága. Nyilvánvaló, hogy egy nem túl bonyolult darab forgácsolási feladatait egy hagyományos

szerszámgép gazdaságosan tudja ellátni, ugyanakkor a nagy sorozatú és nem nagyon bonyolult darabok esetén az automaták (célgépek) alkalmazása jöhet szóba.

A forgácsoló szerszámgépek csoportosítását el lehet végezni a szerszám és a munkadarab közötti mozgásviszonyok alapján.

A *forgácsolómozgás* lehet:

1. egyenes vonalú (pl. gyalulás, vésés, üregelés),
2. kör alakú (pl. esztergálás, marás, fűrés, köszörülés),
3. görbe vonalú (nem forgástestek esztergálása, menetfűrés, másoló gyalulás).

Az *előtolómozgás* lehet:

1. egyenes vonalú folyamatos (pl. esztergálás, marás, fűrés),
2. egyenes vonalú szakaszos (pl. gyalulás, vésés, síkköszörülés),
3. kör alakú szakaszos (gyalulás vagy vésés kör alakú felületen),
4. görbe vonalú folyamatos (pl. másolóesztergálás, másolómarás),
5. görbe vonalú szakaszos (másológyalulás, másolóvésés).

### 3. Kérdések

7.1. Mi az öntészet feladata és célja?

7.2. Osztályozza a különböző öntészeti módszereket az öntött fém milyensége, az öntési módszer, és az öntőforma anyaga szerint!

7.3. Ismertesse a keramikus formázás útján történő öntészeti technológiát!

7.4. Ismertesse a gravitációs és a kiszorításos kokillaöntés útján történő öntészeti technológiát!

7.5. Hogyan készül az öntéshez a forma?

7.6. Milyen eljárásokat különböztet meg a fémöntés és a formakészítés technológiája szerint?

7.7 Ismertesse a nyers homokformázást! Mi a szerepe az alsó és a felső mintafélnek?

7.8. Hogyan történik a precíziós öntés, a keramikus formázás, a gravitációs kokillaöntés és a kiszorításos kokillaöntés!

7.9. Adja meg a szerepét a téglkemencének, az ívkemencének, a kupolókemencének és az argon–oxigén széntelenítő kemencének!

7.10. Ismertesse, milyen módszer a képlékenyalakítás!

7.11. Sorolja fel a legfontosabb képlékenyalakítási technológiákat!

7.12. Ismertesse a hidraulikus sajtók működését!

7.13. Ismertesse a mechanikus sajtók működését!

7.14. Ismertesse a fröccs sajtolás folyamatát!

7.15. Ismertesse, mit jelent a direkt és a indirekt kisajtolás!

7.16. Ismertesse, hogyan működik a csavarorsós prés!



- 7.17. Ismertesse a művelet jellege szerinti feszültségek alapján a képlékenyen alakító technológiai eljárásokat!
- 7.18. Ismertesse, mi történik a megmunkálandó anyaggal a kovácsolás során!
- 7.19. Ismertesse a szabadalakító kovácsolás műveleteit!
- 7.20. Ismertesse a süllyesztékes kovácsolás módszereit és egyik eljárását!
- 7.21. Sorolja fel a kovácsolás gépeit!
- 7.22. Ismertesse a forgácsolás nevű anyagmegmunkáló módszert!
- 7.23. Adja meg a forgácsoló szerszámok csoportosítását
- 7.24. Soroljon fel forgácsoló szerszámgépeket!
- 7.25. Sorolja fel a forgácsológépek fontosabb részeit!
- 7.26. Sorolja fel a forgácsolás fontosabb módszereit!
- 7.27. Milyen cél érdekében használ kézi irányítású, vagy CNC – (Computer Numerical Control) vezérelt forgácsológépet?
- 7.28. Milyen forgácsolómozgást, illetve előtolómozgást különböztet meg a forgácsoló szerszámgépek esetében?

## 4. Tesztek

### 7.1. Mi az öntészet feladata és célja?

- 7.1.a A megolvasztott fémből különböző használati tárgyak számára formákat készíteni
- 7.1.b A megolvasztott fémeket egy üreges öntőformába öntve öntvényeket előállítani
- 7.1.c A megolvasztott fémeket kokillákba önteni és tárolni az öntvényt

### 7.2. Ismertesse, milyen módszer a képlékenyalakítás!

- 7.2.a A képlékenyalakítás során munkadarabot hidegen addig kalapáljuk, amíg ki nem alakul a kívánt forma anélkül, hogy eltörne.
- 7.2.b A képlékenyalakítás során munkadarabra megfelelő nagyságú erőt fejtünk ki, miközben az anyagfolytonosság nem szakad meg és a test tömege változatlan marad.
- 7.2.c A képlékenyalakítás során munkadarabot felhevítés után addig préseljük, amíg ki nem alakul a kívánt forma anélkül, hogy elrepedne.

### 7.3. Ismertesse a hidraulikus sajtók működését!

- 7.3.a. A hidraulikus sajtók működésének lényege, hogy egy szerszámot a hidraulikus sajtóhoz kapcsolunk
- 7.3.b. A hidraulikus sajtókban az alakítást pneumatikusan működtetett szerszám végzi
- 7.3.c. A hidraulikus sajtókban az alakítást a hidraulikus hengerben mozgó dugattyúhoz kapcsolt szerszám végzi, az alakító erőt nagynyomású víz vagy olaj közvetíti.

### 7.4. Ismertesse, mi történik a megmunkálandó anyaggal a kovácsolás során!

- 7.4.a. Kovácsoláskor az üllőn kalapáccsal alakítják a meleg, hideg vagy félmeleg munkadarabot.
- 7.4.b. Kovácsoláskor a fémeket két szerszám között alakítják
- 7.4.c. Kovácsoláskor a fémeket két szerszám alakító felületei között, ütésekkel vagy nyomással formálják. Alakíthatják melegen, hidegen vagy félmeleg állapotban.

### 7.5. Ismertesse a szabadalakító kovácsolás műveleteit!

7.5.a A szabadalakító kovácsolás műveletei: nyújtás, duzzasztás, lyukasztás

7.5.b A szabadalakító kovácsolás műveletei: nyújtás, préselés, lyukasztás

7.5.c A szabadalakító kovácsolás műveletei: nyújtás, tömörítés, lyukasztás

### 7.6. Sorolja fel a kovácsolás gépeit!

7.6.a A kovácsolás gépei: ejtőkalapács, gőz-légkalapács, rugós kalapács, légpárnás kalapács

7.6.b A kovácsolás gépei: ejtőkalapács, billenő légkalapács, rugós kalapács, léglökéses kalapács

7.6.c A kovácsolás gépei: ejtőkalapács, gőz-légkalapács, rugós kalapács, légpárnás kalapács, hidraulikus kovácsajtó

### 7.7. Ismertesse a forgácsolás nevű anyagmegmunkáló módszert!

7.7.a A forgácsoláskor a forgácsolószerszám a munkadarabból levágja a felesleges részeket

7.7.b A forgácsolás olyan anyagmegmunkáló módszer, amelynél a kiinduló darabról a felesleges részeket – egy arra alkalmas szerszám segítségével – forgács formájában távolítja el.

7.7.c A forgácsolás olyan anyagmegmunkáló módszer, amely során az esztergakés lefaragja a felesleges anyagmennyiséget

### 7.8. Sorolja fel a forgácsoló gépek fontosabb részeit!

7.8.a A forgácsoló gépek fontosabb részei: a gépágy, a hajtómű, a köszörű, a munkadarabot befogó rész és az előtolást biztosító mechanika.

7.8.b A forgácsoló gépek fontosabb részei: a gépágy, a hajtómű, a szerszámtartó, a munkadarabot befogó rész és az előtolómű.

7.8c A forgácsoló gépek fontosabb részei: a gépágy, a hajtómű, a vágókés, a vágókés előtolását biztosító mechanika és a munkadarabot befogó rész.

### 7.9. Milyen forgácsoló mozgást különböztet meg a forgácsoló szerszámgépek esetében ?

7.9.a A következő forgácsoló mozgásokat különböztetjük meg: egyenes vonalú, merőleges irányú, körkörös vonalú

7.9.b A következő forgácsoló mozgásokat különböztetjük meg: egyenes vonalú, kör alakú, görbe vonalú

7.9.c A következő forgácsoló mozgásokat különböztetjük meg: egyenes vonalú, görbe vonalú

## 5. Megoldáskód a 7-es témához

|     |          |     |          |     |          |
|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
| 7.1 | <b>b</b> | 7.4 | <b>c</b> | 7.7 | <b>b</b> |
| 7.2 | <b>b</b> | 7.5 | <b>a</b> | 7.8 | <b>b</b> |
| 7.3 | <b>c</b> | 7.6 | <b>c</b> | 7.9 | <b>b</b> |

## 6. Hivatkozások

[7.1]Képlékenyalakítás, <http://hu.wikipedia.org/wiki/Képlékenyalakítás>

[7.2]Öntés, <http://hu.wikipedia.org/wiki/öntészet>

- [7.3]Öntőforma metszete <http://hu.wikipedia.org/wiki/öntészet> (Lásd: 132)
- [7.4]Motorblokkok szilíciummal ötvöztött alumínium öntvényből <http://www.geree.hu/motor-mechanika/> (Lásd: 136)
- [7.5] Indukciós öntési tegelykemence, <http://www.ua.all.biz/hu/indukcios-ontesi-tegelykemencek-g603627> (Lásd: 137)
- [7.6]Acélgyártás, Heroult Ivkemence <http://hu.wikipedia.org/wiki/Acélgyártás> (Lásd: 138)
- [7.7]Argon oxigén befűvású szénmentesítő konverter, [http://www.tradekorea.com/product-detail/P00300110/AOD\\_\\_argon\\_oxygen\\_decarburization\\_.html](http://www.tradekorea.com/product-detail/P00300110/AOD__argon_oxygen_decarburization_.html) (Lásd: 139)
- [7.8]Képlékeny alakítások: hengerlés, húzás, kisajtolás, <http://hu.wikipedia.org/wiki/Képlékenyalakítás> (Lásd: 140)
- [7.9]Mechanikus sajtók [http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus\\_sajtók](http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus_sajtók)
- [7.10]Fröccs sajtolás <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch09s08.html> (Lásd: 141)
- [7.11] Kisajtolás módjai: direkt, indirekt; <http://hu.wikipedia.org/wiki/Kisajtolás> (Lásd: 142)
- [7.12]Mechanikus sajtó [http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus\\_sajtók](http://hu.wikipedia.org/wiki/Mechanikus_sajtók) (Lásd: 143)

---

## 8. fejezet - Műanyag előállítási technológiák.

A **műanyagok** mesterséges úton előállított, vagy átalakított óriásmolekulájú anyagok, szerves polimerek. Széles körben alkalmazzák: építőiparban, járművekben, háztartásokban, elektronikában, festékek hordozóiban, ruhaneműkben, élelmiszer csomagolóanyagokban, stb.

A műanyagok előállításakor valamilyen kismolekulájú vegyületből (monomer) kiindulva alakítják ki a nagymolekulájú (makromolekulájú) vegyületet, a polimert. A makromolekula előállítása háromféleképpen történhet:

- polimerizációval,
- polikondenzációval
- poliaddícióval.

Jelenkorunkra a műanyagok nagy részének „alapanyaga” a kőolaj. Nagy kérdés, lehet-e a műanyag „zöld”, azaz a műanyagok nyersanyagai kikerülhetnek-e a növény és állatvilágból ugyanolyan mennyiségben, mint amennyit most kőolaj alapanyagból állítanak elő a Földön. A természetes alapú műanyagok nyersanyagai cellulóz, furfurol és a növényi olajok, továbbá a kaucsuk a természetes gyanták és a bitumenek.

### 1. A műanyag története

(<http://hu.wikipedia.org/wiki/Műanyag> )

Az első „műanyagok” felfedezésének évszámai: PVC (Polivinilklorid) 1838, (Victor Regnault laboratórium). Kaucsuk, vagyis gumi 1839 (Goodyear). Ebonit 1851 (ifjabb Goodyear). Linóleum, műbőr 1844. Celluloid, 1865. Első műselymek, 1897. Mesterséges úton nagytömegű *műanyagot* a XIX. század végén, XX. század elején kezdtek előállítani.

A XX. század ipari műanyag termelésének fontos lépései voltak a következők: A PVC gyártásának technikai alapjait 1912-ben Fritz Klatte dolgozta ki, de ipari termelése csak 1938-ban indult meg. Hermann Staudinger német kémikus 1922-ben felfedezi, hogy a szerves anyagok vázát nagyon hosszú molekulaláncok képezik. Ő javasolta először a műanyagokra a "makromolekula" megnevezést. 1953-ban munkájáért Nobel-díjat kapott.

Az 1930-as években meginduló nagyarányú termelés a következő termékeket jelentette: aminoplasztok, különféle alkidok, ftálsavas glicerint, vinilgyanták, présporok stb. Kezdetben hőre keményedő műanyagokat gyártottak. Az 1940-es évektől kezdve (a hőre lágyuló műanyagok terjedésével) fröccsöntéssel különböző műszaki cikket állítottak elő PVC-ből, cellulóz-acetátból és később polisztirolból. Néhány évvel később a hőre lágyuló műanyagokat (PVC, polietilén) kábelszigetelésre kezdték használni, de nagyobb arányban, ezen a téren is csak az 1960-as évek után indult meg a gyártás.

Az műanyag ipar nagyarányú fejlődése azonban az 1960-as években kezdődött el. A műanyagok gyors elterjedését a fogyasztói társadalom mennyiségi igénye eredményezte, mivel a műanyagok olcsók, esetenként kényelmet szolgálnak, divatosak. Az olcsóságuk, különösen a csomagolóiparban eredményezte azt, hogy egyszeri használat után eldobhatók, ami hatalmas mértékű környezetterhelést, szennyezést jelent. (Csak Magyarországon évente 300 000 tonna műanyag hulladékot „produkálunk”)

A megfelelő tulajdonság elérése céljából a műanyagokhoz a gyártás során adalékanyagokat adnak (stabilizátorok, antioxidánsok). Ezek célja legtöbbször az élettartam növelése (pl. építőipar) azzal, hogy növelik az ellenállását a levegő oxigénje és a napfény ellen.

### 2. A műanyagok csoportosítása

<http://www.hulladek-suli.hu/htan/muanya.htm>



## 2.1. Eredet szerinti besorolás

- 8.2.1.1. Természetes alapú műanyagok,

- 8.2.1.2. Mesterséges úton előállított műanyagok.

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Természetes alapú műanyagok                                                           |                                                                                                                                                                                                                             |
| A természetben található anyagok (fehérjék, cellulóz) vegyi átalakításával állítják elő. |                                                                                                                                                                                                                             |
| Cellulózszármazékok                                                                      |                                                                                                                                                                                                                             |
| Vulkánfibre                                                                              | Erős, szívós anyag, amely megduzzasztva melegen könnyen formázható. Jól forgácsolható, szilárdsága nagy, fajsúlya kicsi.                                                                                                    |
| Viszkóz                                                                                  | Fonalat (műselyem), fóliát (cellofán), és szivacsot készítenek belőle.                                                                                                                                                      |
| Celluloid                                                                                | Átlátszó, igen tiszta, jól színezhető anyag.                                                                                                                                                                                |
| Fehérje alapú műanyagok: fehérje alapú műanyagok                                         |                                                                                                                                                                                                                             |
| Kazeinalapú műanyag (műszaru)                                                            | Erősen hasonló a természetes szaruhoz. Színezhető, polírozható, forgácsolható.                                                                                                                                              |
| Vérfehérje alapú műanyag                                                                 | Szintén műszaru készíthető belőle.                                                                                                                                                                                          |
| Kaucukszármazékok                                                                        |                                                                                                                                                                                                                             |
| Klórkaucsuk                                                                              | Jó minőségű lakkalapanyag. Filmje korrózióálló.                                                                                                                                                                             |
| Hidroklórkaucsuk                                                                         | színtelen gyantászerű termék.                                                                                                                                                                                               |
| Ciklokaucsuk                                                                             | Vulkanizálással fémhez ragasztható, csak 60°C-ig alkalmazható                                                                                                                                                               |
| Gumi                                                                                     | Régóta alkalmazott, rugalmas, természetes polimer.                                                                                                                                                                          |
| Keménygumi (Ebonit)                                                                      | Savaknak, lúgoknak sóknak ellenáll.                                                                                                                                                                                         |
| Egyéb természetes alapú műanyagok                                                        |                                                                                                                                                                                                                             |
| Bitumenek                                                                                | Aszfalt: bitumen kötőanyagú, adalékanyagokat tartalmazó kompozit                                                                                                                                                            |
| Kátrányok                                                                                | A kátrány kőszén, fa vagy más széntartalmú anyagok száraz lepárlásának egyik terméke, a szurok a kátrány desztillációs maradéka.                                                                                            |
| Sellak                                                                                   | Állati eredetű természetes gyanta, a lakkpajzstetű váladéka. Hőre lágyuló plasztikus massa. Jó villamos szigetelő tulajdonságú. Származási helye: India.                                                                    |
| Linóleum                                                                                 | Természetes anyagokból készült kompozit (parafaőrlemény, nyers kaucsuk-oldat vagy lenmagolaj-firnász és fenyőgyanta, faliszt, mészkő, színezők). Rugalmas, kopásálló. Jó minőségű hézagmentes bevonatok készíthetők belőle. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Mesterséges úton előállított műanyagok                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Kőolaj, vagy földgáz átalakításával nyerik először a monomereket (etilén, sztirol, vinil-klorid), majd különböző eljárások alkalmazásával a polimereket (óriásmolekulákat). Az alapmolekulák (monomerek) kapcsolódása szerint a következők technológiákat lehet megkülönböztetni.                                                                                                                                        |
| Polikondenzációs műanyagok                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <i>Polikondenzációs műanyagok:</i> bakelit, (PET) poli(etilén-tereftalát), $(C_{10}H_9O_4)_n$ (PA) poliamidok, nylon66, kevlar, polikarbonátok, poliészterek                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Polimerizációs műanyagok                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| A polimerizáció során az alapvegyület (monomer) molekulái melléktermék nélkül, a kettőskötések felbomlása útján kapcsolódnak egymáshoz.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <i>Polimerizációs műanyagok:</i> (PE) polietilén, (PP) polipropilén, (PVC) poli(vinil-klorid), (PTFE) poli(tetrafluor-etilén) (Teflon), (PS) polisztirol, (PMMA) poli(metil-metakrilát) (plexi), (PVAc) poli(vinil-acetát), (PAN) poliakrilnitril                                                                                                                                                                        |
| Poliaddíciós műanyagok                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Kémiaiilag különböző molekulákból makromolekulák jönnek létre, melléktermék keletkezése nélkül. Általában alacsony hőmérsékleten megy végbe, katalizátorra nincs szükség. Ide tartoznak a (PUR) poliuretánok, polikarbamidok (PUK), epoxigyanták (EP).                                                                                                                                                                   |
| Szervetlenláncú műanyagok                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Szilikonok, olyan nyílt láncú vagy gyűrűs polimerek, amely a $-SiR_2O-$ ismétlődő egységeiből állnak. Az egykomponensű szilikongyantákból szobahőmérsékleten a levegő nedvességtartalmának hatására vulkanizálódó szilikogumik jönnek létre. A kétkomponensű szilikongyanták levegőtől elzárt térben használatosak vastagabb réteg előállítására. Katalizátorral történő térhálósítás során gumyszerű terméké alakulnak. |

## 2.2. Hővel szembeni viselkedés szerinti besorolás

|                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hőre keményedő műanyagok.</b>                                                                                                                                                                                                                  |
| Pl. bakelit, fenoplaszt gyanták, aminoplaszt gyanták, melamin-formaldehid gyanták, telítetlen poliésztergyanták és sajtolóanyagok, epoxigyanták és epoxi-sajtoló anyagok, szilikonok                                                              |
| <b>Hőre lágyuló műanyagok.</b>                                                                                                                                                                                                                    |
| Pl. a (PE) polietilén, (PP) polipropilén, (PVC) poli(vinil-klorid), (PVAc) poli(vinil-acetát), (PTFE) poli(tetrafluor-etilén) (Teflon), (PS) polisztirol, (PMMA) poli(metil-metakrilát) (Plexi), (PA) poliamidok, polikarbonátok, cellulózacetát. |

## 2.3. Szerkezet szerinti besorolás

Fonalas szerkezet

Térhálós szerkezet

|  |
|--|
|  |
|--|

A fonal alakú makromolekulák egyik megjelenési alakjában a molekulaláncok rendezetlen gombolyag képét mutatják. Ebben az esetben amorf szerkezetről beszélünk. (Ilyen fonalas szerkezetű műanyagok molekulaképei fentebb a polimerizációs műanyagoknál láthatók.). A másik megjelenési alakjukban a molekulaláncok részben párhuzamosan rendezettek is lehetnek. Közös tulajdonságuk hogy oldószerben oldhatók, és melegítéskor megolvadnak. Ezek a hőre lágyuló műanyagok.

A térhálós molekulákban a polimert alkotó molekulaláncokat kovalens keresztkötések kötik össze egymással, így a műanyagot a tér minden irányában behálózó keresztkötések miatt a polimer egyetlen „térhálós” óriásmolekulának tekinthető. Szerves oldószerben nem oldódnak, és melegítéskor nem olvadnak meg. Ezek a hőre keményedő műanyagok. Egy tipikus térhálós műanyag a bakelit molekulaszervezete.

### 3. Műanyag termékek előállításának technológiái

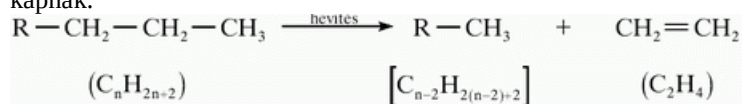
<http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Muanyag.htm>

#### 3.1. „Alapanyag” készítés

A kőolajfinomítás egyik legfontosabb művelete a **fluid katalitikus krakkolás**, vagy fluidágyas katalitikus krakkolás, angolul **Fluid Catalytic Cracking (FCC)** (krakkolás), amely műveletet széles körben használják a kőolaj nagy molekulású frakcióinak feldolgozására értékesebb, könnyű termékek előállítására. 2006-ban világszerte 400 olajfinomító használja ezt a módszert az általuk kezelt kőolaj körülbelül egy harmadának feldolgozására.

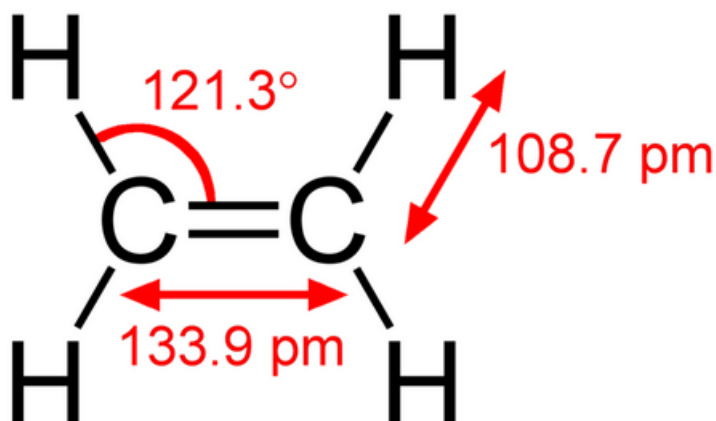
A krakkolás (to crack = törni angolul)

A kifejezést főleg a kőolaj finomításakor nyert világító petróleum frakció szénhidrogénjeinek, kisebb szénatomszámú szénhidrogén molekulákra és alkénekre való krakkolására alkalmazzák. Fontos eljárás, mind a motorbenzinnek alkalmas (gépjármű üzemanyag) elágazó szénláncú szénhidrogéneknek, mind pedig az **eténnek és más alkéneknek** a forrása. Így állítanak elő a ma már kevésbé használatos, nagy szénatomszámú kőolajpárlatokból benzint és a szerves vegyipari alapanyagként használatos telítetlen szénhidrogént, etilén gázt. Ettől eltérő körülmények között végrehajtott hőbontás eredményeképpen más telítetlen szénhidrogéneket kapnak.



A **katalitikus krakkolás** során katalizátort alkalmaznak, hogy a szükséges hőmérsékletet csökkentsék, és a termékeket módosítsák. Levegőtől elzárt térben hevítve a nagyobb molekulákból kisebb, néhány szénatomot tartalmazó (például 500-600 °C-on főként két szénatomos) molekularészletek (etén) szakadnak ki.

#### 8.1. ábra - Etén szerkezeti képlete



Az **etén (etilén)** a legegyszerűbb alkén. Belőle készül polimerizációval a **polietilén (PE)**. Ezen kívül az etén a **gyümölcsök érését sietteti** azáltal, hogy gyümölcserlelő növényi hormon. A legtöbb gyümölcsöt éretlenül szedik le az utaztatás elviselése érdekében. A gyümölcsöket (alma, banán, citrom, narancs, szőlő, kávé stb.) ezután raktárakban etén gáz segítségével érik meg.

Az etilént etilén üzemekben állítják elő. Európában a legnagyobb Hollandiában, Moerdijkban, a Schell tulajdonában van.

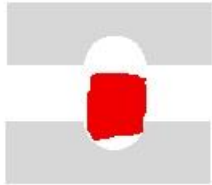
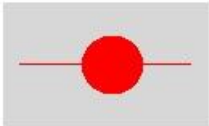
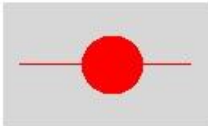
## 8.2. ábra - Etilénüzem Hollandia. Schell Moerdijk



<http://www.chemicals-technology.com/projects/moerdijk/moerdijk3.html>

## 3.2. Sajtolás

*Műanyag* porból vagy granulátumból préselnek különböző alakú műanyag eszközöket. A sajtolás lépéseit az következő ábra sorozat mutatja:

|                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>A granulátumot vagy port elhelyezik a szerszámban</p>  | <p><b>8.3. ábra - A szerszámot összezárják és nyomás alatt tartják</b></p>  | <p><b>8.4. ábra - A szerszámot kinyitják és kiveszik a terméket</b></p>  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

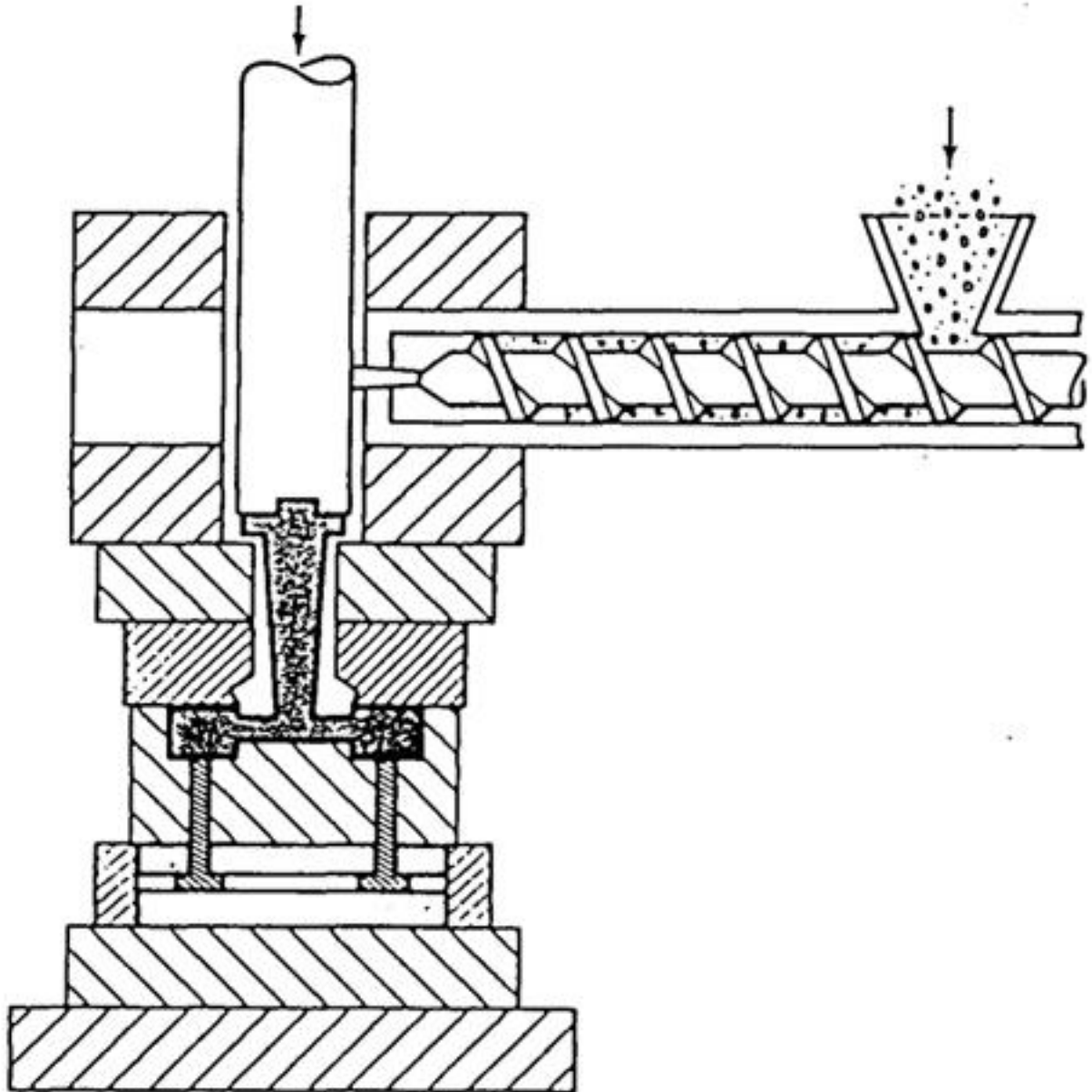
## 3.3. Fröccssajtolás (folytatás).

Bonyolult, változó keresztmetszetű, vékonyfalú, tömör vagy üreges darabok, lyukakkal, fémbetétekkel, szigorú mérettűréssel rendelkező darabok gyártása esetén alkalmazzák. A folyamat a darab meleg és hideg állapotában is végzik. Kiinduló anyaga általában lemez, rúd vagy cső. A folyamat alakító gépe általában forgattyús, excenteres



vagy dörzssajtó, esetleg hidraulikus sajtó. Termelékeny eljárás, percenként akár 80-140 darabot is előállíthat egyetlen gép. A fröccs-sajtolás alatt korábban olyan *sajtolási* eljárást értettek, amelyben a még nem térhálós sajtolóanyagot *különálló* kamrában, – nem a szerszámban – ömlesztik meg, s onnan juttatják (akár egyszerű dugattyú segítségével) a szerszámba. Ezt az elő-kamrát *csigás fröccsöntő dugattyú* is kiszolgálhatja.

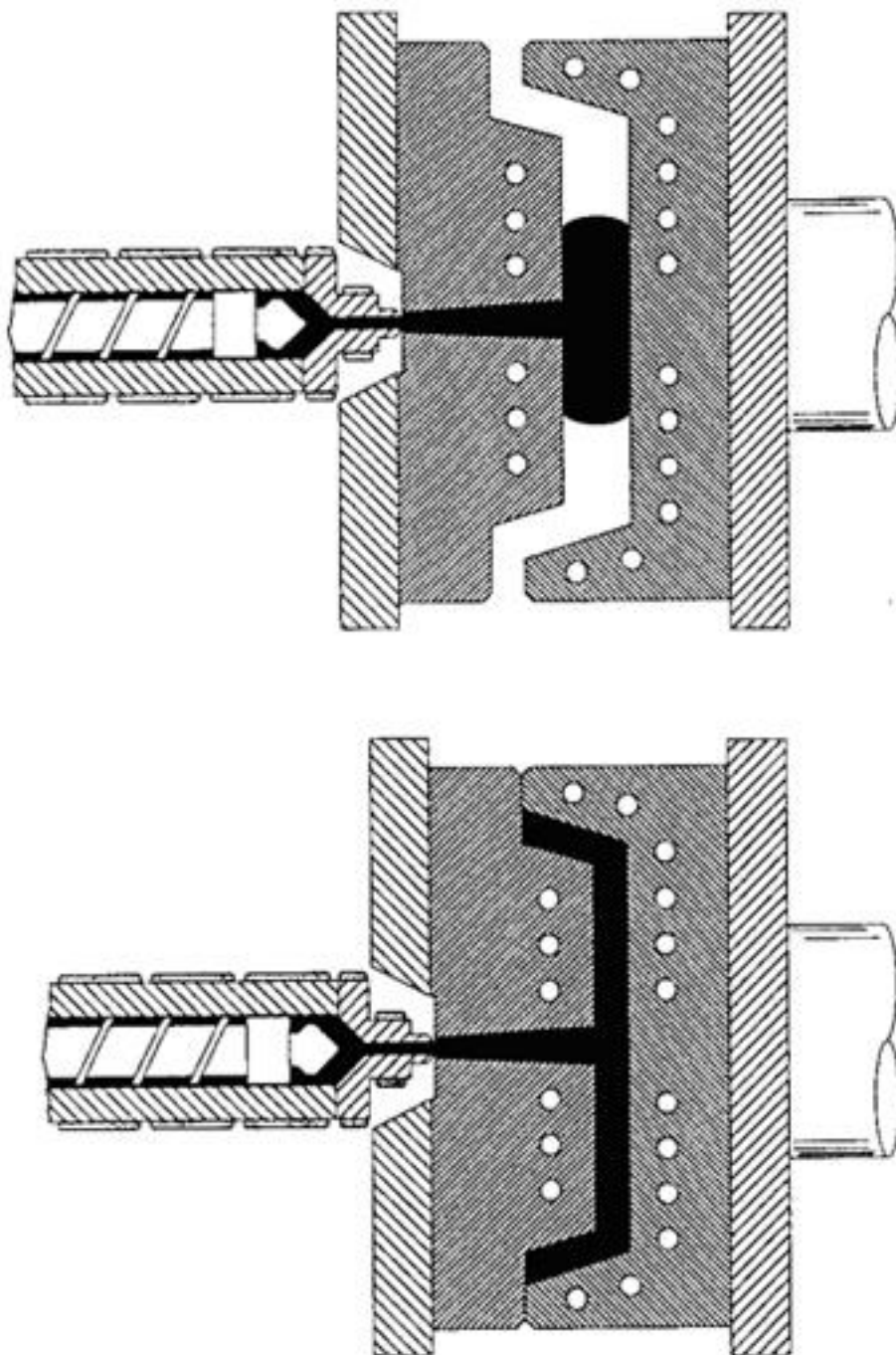
### 8.5. ábra - A fröccs-sajtolás alapelve



<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch09s08.html>

A fröccs-sajtolás alatt újabban olyan *sajtolási* eljárást értenek, amely során a *fröccsöntő gépből* érkező ömledék nem teljesen zárt, hanem kissé nyitott szerszámba érkezik. A teljes kitöltéshez elégséges polimer anyagot ezután a szerszám összezárásával *sajtolásnak* vetik alá. Ekkor az *utónyomás* egyenletesebb (pl. a nagyfelületű, körszimmetrikus munkadarabon) és a termék zsugorodása így jobban kézben tartható, kevesebb belső feszültséghez vezet.

**8.6. ábra - Fröccs-sajtolás első lépése ömledék befröccsöntése kissé nyitott szerszámba, (lent) szerszámzárás, hűtés**

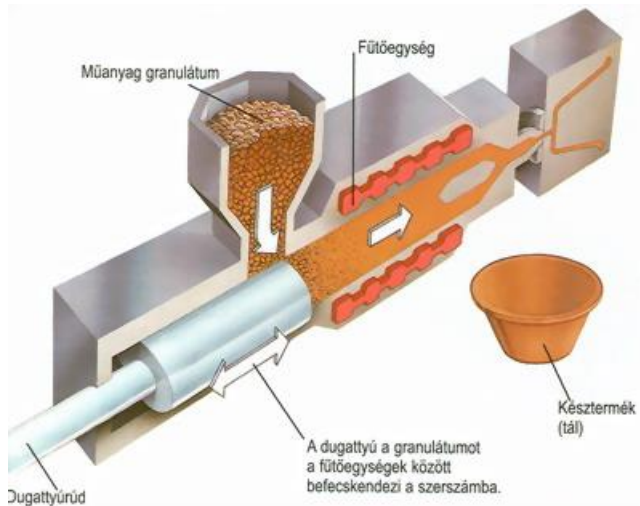


<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch09s08.html>

### 3.4. Fröccsöntés

A hőre keményedő *műanyagok* feldolgozása során egyre nagyobb jelentőségű. Csigadugattyús fröccsgépekkel az eljárás olcsóbb, mint a nyomásos sajtolás vagy a fröccssajtolás. A késztermék is jobb minőségű és méretpontosabb.

**8.7. ábra - Műanyag tárgyak készítése fröccsöntéssel**



Ez az eljárás a hőre lágyuló műanyagok legelterjedtebb feldolgozási technológiája. A dugattyút körülveszi egy fűtőközeg, amely megolvastja a műanyag granulátumot. A megömlesztett műanyagot egy dugattyú megfelelő nyomással a hűtött szerszámba lövelli. Végül a megdermedt munkadarabot a szerszámból kidobják.

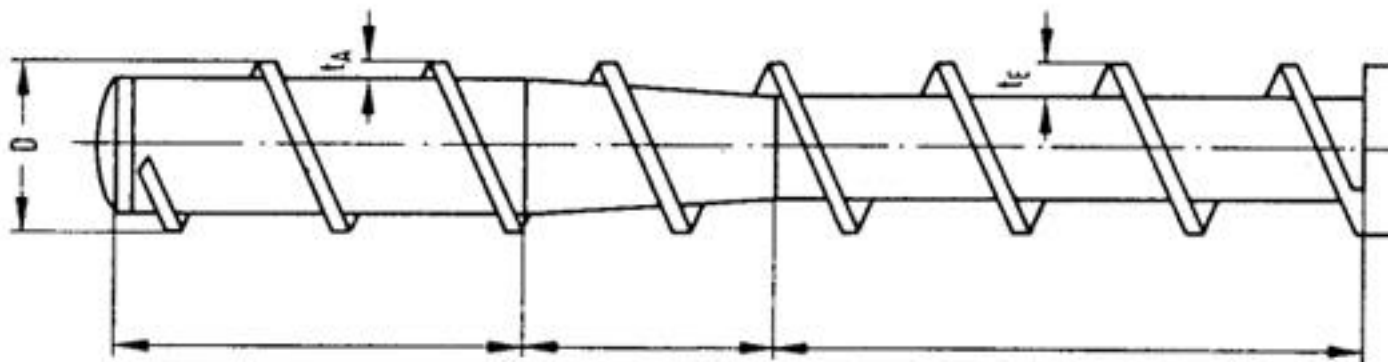
### 3.5. Extrudálás

Az extruder (*extrudercsigaextruder screw*) olvasztó-ömlesztő és az ömledéket szállító szivattyú, ill. kompresszor szerepű gép. Vég nélküli folyamatos termék, pl. a csövek, rudak, különböző idomok, lemezek, fóliák, stb. előállításához használják. A legegyszerűbb extrudercsigán három zónát alakítottak ki (az anyagszállítás irányában, jobbról balra) (táblázat, ábra).

1. Táblázat. Az extruder olvasztó-ömlesztő, ömledéket szállító szivattyú funkciói

| Csiga zónák                   | Funkciók                                                                   |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| etető vagy „behúzó” zóna      | a polimer granulátum betáplálása, az ömlesztés kezdete,                    |
| sűrítő (kompressziós) zóna    | az ömlesztés folytatása, befejezése, sűrítés (komprimálás), homogenizálás, |
| homogenizáló, kiszállító zóna | a homogenizálás befejezése, kiszállítás megemelt nyomáson                  |

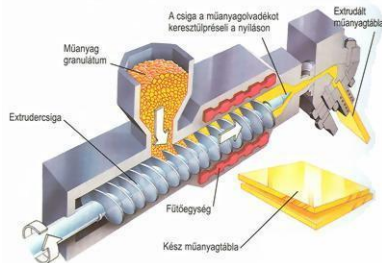
**8.8. ábra - Az extrudercsiga zónái. (Jobbról balra: behúzó zóna; kompressziós zóna; kiszállító zóna)**



<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch08.html>

A csavarorsó magátmérője a középső zónában határozottan megnövekszik. A folyamatos üzem, az alapanyag folyamatos betáplálását igényli. A műanyag granulátumot egy tartályból adagolják. A csigát körülvevő fűtőegység biztosítja a műanyag képlékeny alakítását. A csiga a műanyag olvadékokat keresztülpréseli a formanyíláson. Ennek az alakjától függ, hogy a termék rúd, cső, lemez, stb. lesz

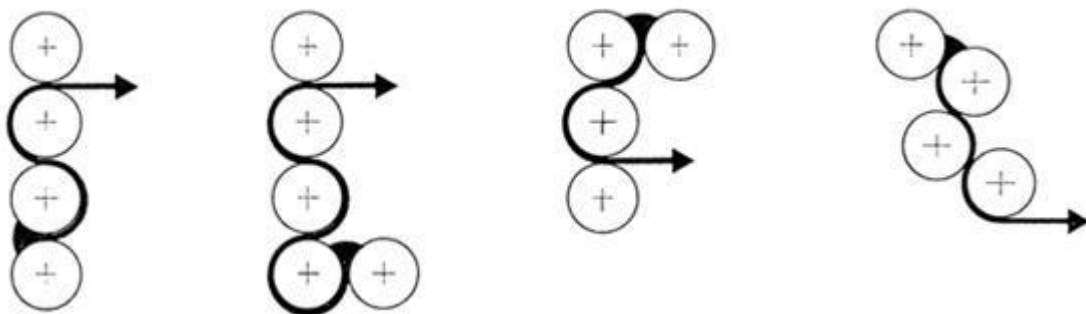
### 8.9. ábra - Műanyag lemez előállítása extrudálással



## 3.6. Kalanderezés

*Kalanderezés* alatt azt a polimer feldolgozási műveletet értjük, amelynek során a hőre lágyuló polimerből két vagy több forgó henger között fóliát vagy lemezt állítunk elő, illetve valamilyen (többnyire textil) hordozóra polimer bevonatot készítünk. Erre leginkább az *amorf* hőre lágyuló polimerek alkalmasak, amelyeknek széles olvadási hőmérséklet tartománya van (kemény és lágy PVC, PVC kopolimerek, ütésálló polisztirol, ABS-t, és cellulóz-észterek). Ma már megfelelő adalékkal a PE-ből is lehetséges fóliagyártás. A gyártható fóliaszélesség többnyire 2 és 4 m között változik, a fóliák, filmek vastagsága általában 30 és 800 µm között van, a gyártási sebesség elérheti a 100 m/percet is. A modern kalanderek legalább 3, de esetenként 4 vagy 5 hengerből állnak.

### 8.10. ábra - Kalander elrendezések (balról jobbra): I-, L-, F-, Z-kalander



<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch07.html>

Az *L* típus előnye, hogy a betáplálás alul, az első fokozatnál történik, ezért a legkényelmesebben és a legrövidebb úton végezhető el. Ezt az elrendezést szívesen alkalmazzák kemény PVC feldolgozására. Lágy PVC feldolgozásához inkább az *F* típust alkalmazzák.

## 3.7. Vákuumformázás

Vákuumformázással fólia és lemez alakítható. Elterjedtebb a negatív és szívó eljárás - ennek elve látható az ábrán.

### 8.11. ábra - A vákuumformázás három lépése





[http://www.vacuumforming.eu/?page\\_id=2](http://www.vacuumforming.eu/?page_id=2)

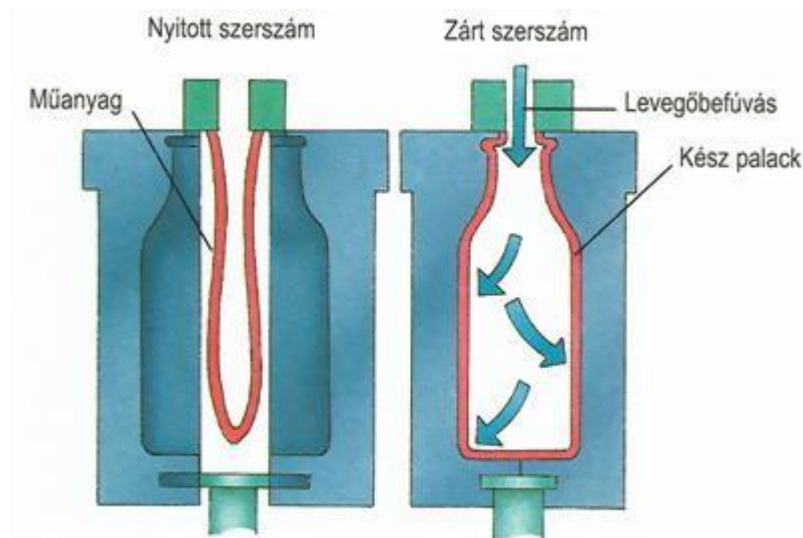
Ennek a lépések a következők:

1. Keret nyitott állásban, a formázandó műanyag lemezt behelyezik a szerszámba. A fűtőernyő bekapcsolásával a műanyag formalemez kilágyul. Először levegőt fújnak alá, hogy a termék egyenletesebb falvastagsággal rendelkezzen.
2. A vákuumot bekapcsolják, hogy a légritkítás a kilágyított műanyag lemezt v. fóliát a szerszámba szívja. A műanyag lemez felveszi a kívánt alakot. Fűtőernyőt kikapcsolják. Hűtést bekapcsolják (hűtőventillátorok). Vákuumot megszüntetik.
3. Levegőt fújnak a megmunkált munkadarab alá, hogy abban az munkafolyamatban, amikor a szerszám lefelé mozog, a vákuum miatt a termék ne szakadhasson ki. Szerszámot lefelé mozgatják. Keretet nyitják. A kész, formázott terméket a szerszámról leveszik.

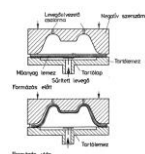
### 3.8. Túlnyomásos (vagy préslég-) formázás

A túlnyomásos (vagy préslég-) formázást mutatja a következő két ábra. Elve megegyezik a vákuumformázással, azaz az alakítandó lemez egyik oldalán túlnyomást alakítunk ki, és ezzel kényszerítjük azt a negatív szerszámba. A különbség az, hogy míg a vákuumformázásnál a nyomáskülönbség csak 1 bár lehet, a túlnyomásos eljárásnál a túlnyomás többszöröse is lehet az 1 bar-nak. Ezáltal sokkal nagyobb alakító erőt lehet megvalósítani.

#### 8.12. ábra - Túlnyomásos formázás



#### 8.13. ábra - Túlnyomásos (sűrített levegős) formázás



<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch11s03.html>

Komoly nehézséget okoz azonban az anyag felmelegítése és a légtömör zárás megvalósítása. A lemezt melegítő infravörös hőszugárzónak az egész mintát, elég gyorsan kell egyenletesen felmelegíteni.

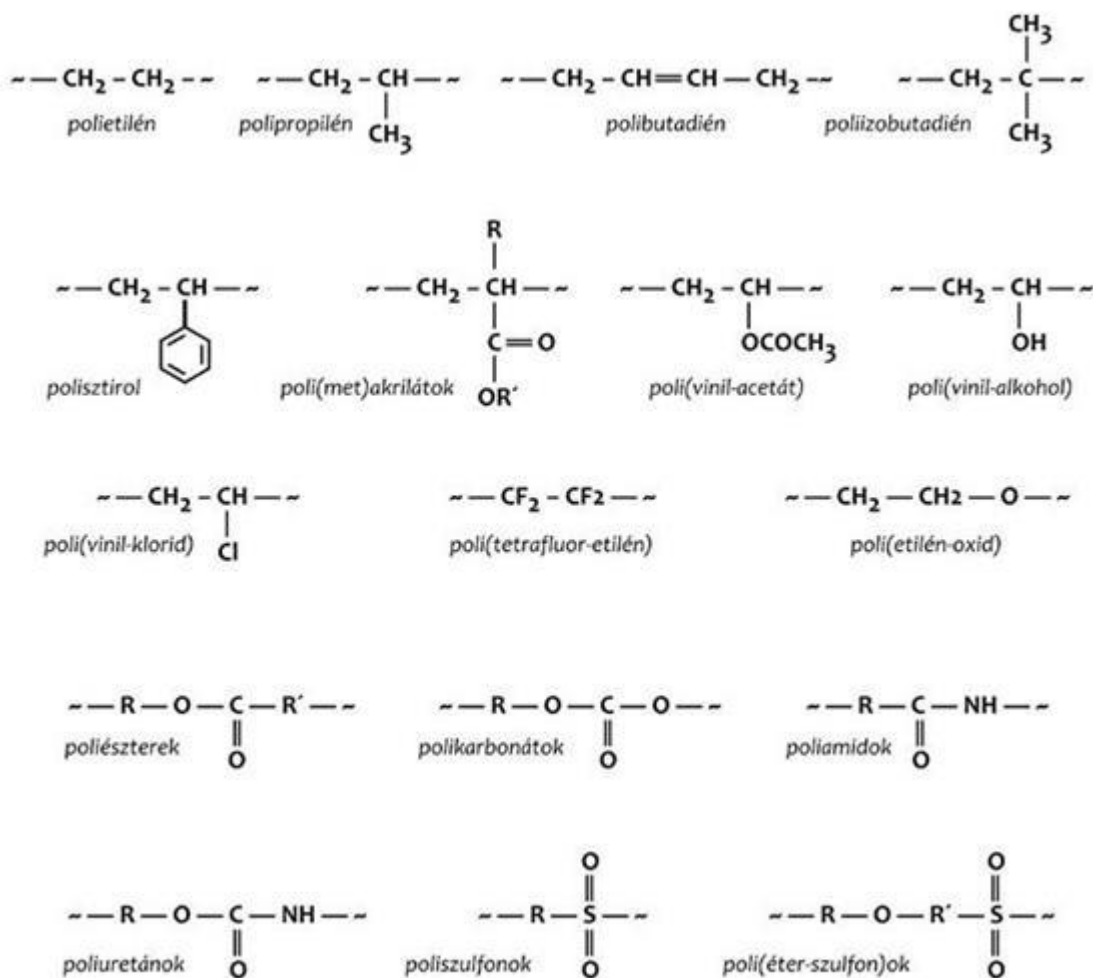
## 4. A leggyakoribb műanyagok

### 4.1. A kereskedelembe, háztartásban előforduló műanyagok általános leírása

2. Táblázat. A legnagyobb mennyiségben előállított műanyagok kémiai neve, betűjele, döntő felhasználási területe

|    | Kémiai név és betűjel              | Alkalmazási terület                                                                           |
|----|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Polipropilén (PP)                  | élelmiszeripari csomagolás, háztartási eszközök, járműalkatrész (például lökhárító).          |
| 2  | Polisztirol (PS)                   | csomagoló anyag, élelmiszer csomagolás, eldobható pohár, tányér, evőeszköz, CD és DVD tartók. |
| 3  | Ütésálló polisztirol (HIPS)        | Mélyhűtő zacskó, csomagoló anyag, eldobható pohár.                                            |
| 4  | Akrilnitril butadién sztirol (ABS) | elektronikai eszközök borítása (például monitor, nyomtató, billentyűzet).                     |
| 5  | Poli(etilén-tereftalát) (PET)      | üdítő palack, fólia, mikrohullámtűző csomagolás.                                              |
| 6  | Poliamid (PA)                      | szálgyártás, csapágygolyó, horgászsinór, autóiipari borítások.                                |
| 7  | Poli(vinil-klorid) (PVC)           | csőgyártás, kábelborítás, zuhanyfüggöny, ablakkeret, padlóburkoló.                            |
| 8  | Poliuretán (PU)                    | szigetelő hab, tűzvédelmi hab, autóiipar.                                                     |
| 9  | Polikarbonát (PC)                  | CD, napszemüveg, pajzsok, biztonsági üveg, jelzőlámpa, lencsék.                               |
| 10 | Polivinilidén-klorid (PVDC)        | csomagolóipar (gyógyszer és élelmiszer), folpak.                                              |
| 11 | Polietilén (PE)                    | sátorfólia, szatyor, palack, vízvezeték.                                                      |

### 8.14. ábra - A leggyakoribb ipari polimerek monomer egységeinek szerkezete



2. ábra • A leggyakoribb ipari polimerek monomer egységeinek szerkezete <

## 4.2. A háztartásban gyakran előforduló műanyagok

ECO-CLEAR (<http://ecoclear.hu/muanyag-hulladek/>)

**Polietilén (kis sűrűségű PE-LD, nagy sűrűségű PE-HD):** vegyszeres flakonok, hordók, palackok, tartályok, élelmiszeres edények, dobozok, zsákok, csövek, szigetelőanyagok, kupakok, háztartási gépek bevonata, kábelszigetelés, esőkabát, zsinór, fóliák, zacskó stb. Anyaga (ritkábban) tartalmazhat veszélyes króm- és nikkeltartalmú szereket.

### 8.15. ábra - Kis sűrűségű műanyagok



### 8.16. ábra - Nagy sűrűségű műanyagok



8.17. ábra - Nagy sűrűségű összetett műanyagok



Polipropilén (PP) – fóliák, palackok, edények, csövek, textíliák

8.18. ábra - Polipropilén műanyagok



**PVC (Poli-vinil-klorid)** A kemény PVC-ből vízvezetékcsövek, csőszerelvények, ereszcatornák, gépalkatrészek, vödrök, flakonok, tartályok, csipesz, elektromos szigetelő doboz, rudak, lemezek, nyomógomb stb. készíthetők. A lágyított PVC-t elektromos szigetelőbevonat, esőkabát, műbőrök, padlóburkolat, cipőtalp, műbőrök, palackok, padlóburkolók, könnyvborító, labda, játékbaba, csomagolófólia készítésére használják leginkább. A PVC gyártása során veszélyes anyagokat használunk fel, és hagyományos égetéssel történő megsemmisítése során is erősen mérgező, nehezen lebomló anyagok kerülhetnek a környezetbe. Gyártásához ólomtartalmú stabilizátorokat, ftalátokat, foszforsavésztereket és halogénezett szénhidrogéneket adnak hozzá. Égetésekor nehézfémek, sósav, klórozott furánok, és dioxinok is keletkeznek. Használatát más anyagokkal kell kiváltani!

8.19. ábra - PVC tárgyak





### 8.20. ábra - PVC tárgyak



### 8.21. ábra - PVC tárgyak



**PET (Poli-etilén-tereftalát):** üdítős flakonok (újratölthető 5-6-szor), vízvezetékcsövek, ablakkeretek stb. A természetben nem, vagy csak nagyon lassan bomlik le.

### 8.22. ábra - Poli-etilén-tereftalát (PET)



Poliészter – műszálas ruhaneműk

### 8.23. ábra - Poliészter ruhaneműk



**Polisztirol (PS):** világítótестek burája, élelmiszeres dobozok, vegyszeres dobozok, műszerek, kiségek háza, elektromos alkatrészek, gyerekjáték, toll, gomb, bizsu, habanyagok (Hungarocell), habosított hang- és hőszigetelő anyagok, poharak, tojástartó, csomagolóanyagok, stb. A sztirol maradványai a szervezetbe kerülve egészségkárosodást okozhatnak.

#### 8.24. ábra - Polisztirol műanyagok



Az **expandált polisztirol** habok (EPS) alapanyaga a kőolajból előállított, hajtógázt és speciális adalékokat tartalmazó posztirolgyöngy. Mivel az EPS habok 2-4 térfogatszázaléknyi vizet is felvehetnek és ez a hőszigetelés értékét lerontja, úgy kell őket beépíteni, hogy nedvességhatás vagy páralecsapódás ne legyen! Az expandált polisztirol habot ott célszerű alkalmazni, ahol a hőszigetelés egyúttal teherhordóként vagy további rétegek aljataként is funkcionál (padlók, lapostetők, homlokzati bevonatrendszerek).

**Polipropilén (PP)**: csipszes zacskók, vajas dobozok, flakonok stb.

#### 8.25. ábra - Polipropilén műanyagok



#### 8.26. ábra - Polipropilén műanyagok



**Akril-nitril-butadién-sztirol kopolimer (ABS)** - elektronikai eszközök borítása (pl: monitor, billentyűzet)

#### 8.27. ábra - ABS műanyagok



**Poli(metil metakrilát) PMMA**–lámpatestek, plexiüveg, lencsék, reklámtáblák, védőszemüvegek

### 8.28. ábra - Polimetil metakrilát műanyagok



**Poliamid** - textíliák, harisnya

### 8.29. ábra - Poliamid műanyagok



3. Táblázat. A műanyagok azonosítására használt jelölések

|  |                                                                        |  |                                                           |
|--|------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------|
|  | 01 Polietilén-tereftalát (PET) – üdítő flakonok                        |  | 05 Polipropilén (PP) – vajas dobozok, csipszes zacskók    |
|  | 02 Polietilén (PE-HD nagysűrűségű)– műanyag flakonok, kupakok, zacskók |  | 06 Polisztirol (PS) – joghurtos edény, műanyag tojástartó |
|  | 04 Polietilén (PE-LD kissűrűségű) – műanyag flakonok, kupakok, zacskók |  | 07 Egyéb műanyagok (OTHER)                                |
|  | 03 Polivinil-klorid (PVC) – élelmiszersomagolóhoz használt tálcák      |  |                                                           |

## 4.3. Adalékanyagok élettani hatásáról.

A **biszfenol-A (BPA)**, a műanyagipar fontos alapanyaga adalékanyagként a 3-as, 6-os 7-es és 9-es műanyagok esetében (lásd 2. táblázat).

Ezen kívül a BPA nagy mennyiségben megtalálható egyrészt műanyag tárolóedényekben, másrészt a hőnyomott papírokból. A hőnyomott papírok közé tartozik a bolti pénztárszalagok nagy része, valamint a banki bizonylatok. A műanyag cumisüvegek (ilyen pl. az AVENT legtöbb műanyag cumisüvege) előállításánál is alkalmazzák.

Az egészségre gyakorolt hatását régóta vizsgálják. A legújabb eredmények a következők:

Prostatarák és az emlődaganat kialakulásával hozták kapcsolatba biszfenol-A vegyületet.



A biszfenol-A az inzulintermelést és a zsírháztartást is fel tudja borítani, vagyis szerepet játszhat a 2-es típusú cukorbetegség és az elhízás kialakulásában.

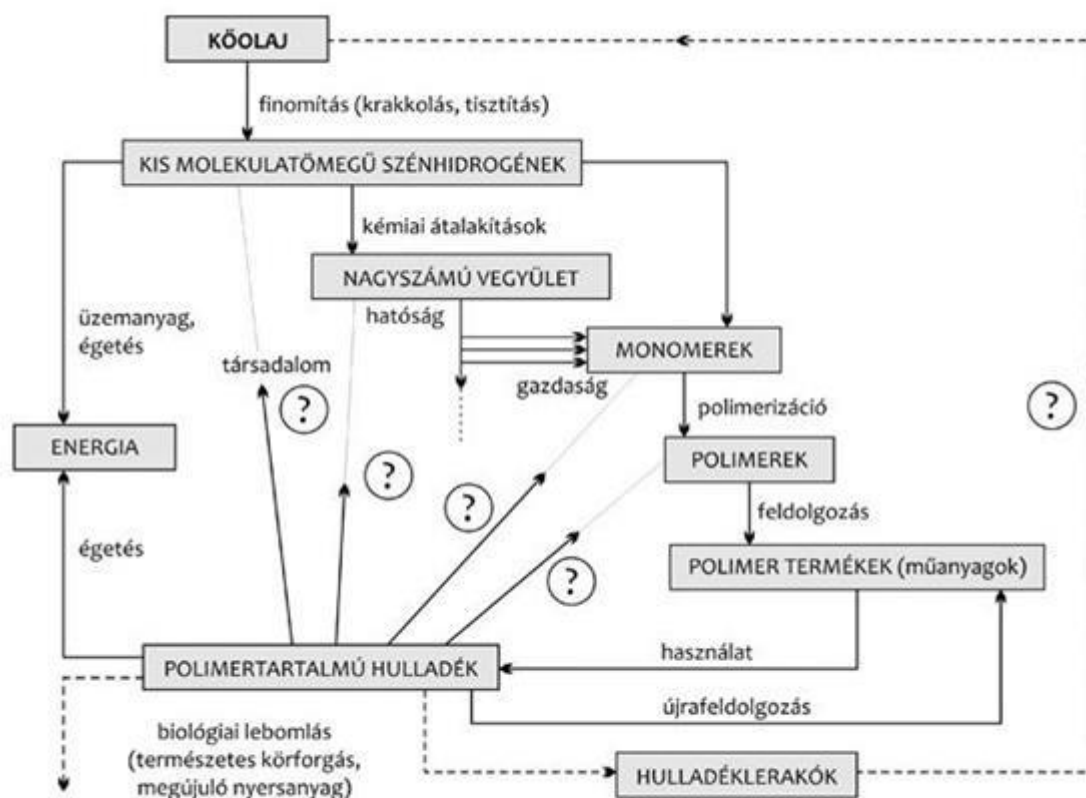
A spanyol Miguel Hernández Egyetem szakemberei most megjelent kutatásukban a biszfenol-A hasnyálmirigyre gyakorolt hatásának vizsgálta során kiderítették, hogy a vegyület ösztogénutánpótló hormonhatása miatt már elenyésző mennyiségben is képes arra, hogy a szervezetet fokozott, akár kétszeres mennyiségű inzulintermelésre serkentsen. Ráadásul a vegyület hatására a belső szervek úgy érzékelik, hogy a ténylegesen elfogyasztott mennyiségnél jóval több táplálék került a szervezetbe, így raktározásba kezdenek.

## 5. A műanyag hulladékok szelektív gyűjtése, újrafeldolgozása, hasznosítása

Valamennyi felsorolt műanyag újra feldolgozható (ha szelektíven gyűjtötték).

Magyarországon, mint a világon mindenütt, egyre több helyen alkalmazzák a műanyagokat. Könnyűek, könnyen formázhatóak, szilárdak és a környezeti hatásoknak ellenállnak (nehezen lebomlóak), de végül is hulladék lesz belőlük is. A műanyag hulladékok aránya mára már elérte a 20 %-ot a világon. A legnagyobb gondot a műanyagok fajlagosan nagy térfogata és a nehezen lebomló tulajdonsága okozza (a szintetikus műanyagok lebomlása kb. 200 év). Az ilyen hulladék lerakása terheli a környezetet, a tárolók telítődnek. Európa- és világszerte ezért nagy erőfeszítéseket tesznek a hasznosításuk érdekében.

### 8.30. ábra - A kőolaj – monomer – polimer – műanyag hulladék ciklus



1. ábra • A kőolaj–monomer–polimer–műanyag hulladék ciklus

<http://www.matud.iif.hu/2010/03/05.htm>

A műanyagok hasznosítása nem könnyű feladat, mert sokféle létezik. Szelekció nélkül csak igen gyenge minőségű termékek (zsalanyagok, padok) állíthatók elő a keverékből. Sokszor az ugyanolyan kémiai jellegű műanyagoknak sem azonos az összetétele, mert a gyártás során erősítő anyagokat, töltőanyagokat,



színezőanyagokat kevernek bele, ezért jelent gondot ezeknek az anyagoknak a szelektív gyűjtése. Az egyszerű, látható tulajdonságok alapján nagyon nehezen lehet őket elkülöníteni, szétválogatni. A szelektív hulladékgyűjtés során, mint vegyes műanyag hulladékot lehet külön gyűjteni, és ezt kell aztán különböző technológiákkal anyagfajták szerint szétválasztani. Már ma is több megoldás van erre a problémára. A legegyszerűbb a kézi utóválogatás. Az anyagok sűrűségkülönbségét kihasználva, úgynevezett lebegtető eljárással szétválaszthatók az egyes műanyagok. Ezen kívül alkalmaznak még fluoreszkáló festékeket, infravörös sugarakat, különböző oldószereket az elkülönítéshez.

A külön válogatott műanyagokat azután másodnyersanyagként fel lehet dolgozni. Térburkolókat, jelzőoszlopokat, kerti bútorokat, csöveket, fóliákat, dobozokat lehet belőlük előállítani.

### 8.31. ábra - Újrahasznosított műanyag térburkoló "kövek"



Iván Béla: <http://www.hulladek-suli.hu/htan/muanya.htm>

#### Zöld műanyagok

Bizonyos területeken (mezőgazdasági fóliák, szemetes zsákok, élelmiszer-csomagolások) megoldást jelenthetnek a biológiailag lebomló műanyagok, mint pl. a "Mater-Bi", ami egy módosított keményítő alapú műanyag. (Vannak olyan esetek, ahol jól használhatók az ultrahibolya sugárzásra lebomló műanyagok is.) Ezek az anyagok, megfelelő körülmények között (komposztálás), 3-5 év alatt széndioxidra és vízre bomlanak le. Sajnos, teljes megoldást nem jelentenek, mert kevésbé vízállóak és egyelőre még drágábbak, mint a hagyományos, szintetikus műanyagok. Azonban így is jelentősen csökkentenék a csomagolási hulladék mennyiségét.

Külön problémát okoznak az egyre nagyobb mennyiségben keletkező „eldobható” gyermekpelenkák és egészségügyi betétek. Kevert műanyagokat tartalmaznak, és szennyezettségük miatt sem újrahasznosíthatók. Textílpelenkák használatával megelőzhetjük az ilyen hulladék képződését.

## 6. Kérdések

- 8.1. Mik a műanyagok?
- 8.2. Milyen eljárásokkal készülhetnek a monomerekből makromolekulák? Adja meg a háromféle vegyi folyamatot!
- 8.3. Mi a legtöbb műanyag alapanyaga?
- 8.4. Melyek azok műanyagok, amelyeket már a XIX században ismertek?
- 8.5. Ismertesse a műanyagok fejlesztésének fontosabb lépéseit a XX. században!
- 8.6. Csoportosítsa a műanyagokat eredetük alapján!
- 8.7. Sorolja fel a természetes alapú műanyagokat!
- 8.8. Sorolja fel a mesterséges úton előállított műanyagok főbb csoportjait!
- 8.9. Csoportosítsa a műanyagokat a hővel szembeni viselkedés szerint!
- 8.10. Sorolja fel a hőre keményedő műanyagokat!

- 8.11. Sorolja fel a hőre lágyuló műanyagokat!
- 8.12. Csoportosítsa a műanyagokat szerkezet szerint!
- 8.13. Jellemezze a fonalas szerkezetet!
- 8.14. Jellemezze a térhálós szerkezetet!
- 8.15. Ismertesse a fluid katalitikus krakkolás műveletét és adja meg eredményét!
- 8.16. Ismertesse a műanyag sajtolás műveletét!
- 8.17. Ismertesse a műanyag fröccsajtolás (folyatás)műveletét!
- 8.18. Ismertesse a műanyag fröccsöntésműveletét!
- 8.19. Ismertesse a műanyag extrudálás műveletét!
- 8.20. Ismertesse a műanyag kalanderezés műveletét!
- 8.21. Ismertesse a műanyag vákuumformázás műveletét!
- 8.22. Ismertesse a műanyag túlnyomásos (vagy prés lég-) formázásműveletét!
- 8.23. Nevezze meg a legnagyobb mennyiségben előállított műanyagokat, és adja meg felhasználási területüket!
- 8.24. Mondjon példát kis sűrűségű polietilén műanyag termékekre!
- 8.25. Mondjon példát nagy sűrűségű polietilén műanyag termékekre!
- 8.26. Mondjon példát polipropilén műanyag termékekre!
- 8.27. Mondjon példát PVC (poli-vinil-klorid) műanyag termékekre!
- 8.28. Mondjon példát PET (poli-etilén-tereftalát) műanyag termékekre!
- 8.29. Mondjon példát poliszter műanyag termékekre!
- 8.30. Mondjon példát polipropilén (PP) műanyag termékekre!
- 8.31. Mondjon példát akrilnitril-butadién-sztirol kopolimer (ABS) műanyag termékekre!
- 8.32. Mondjon példát poli(metil metakrilát) PMMA műanyag termékekre!
- 8.33. Mondjon példát poliamid műanyag termékekre!
- 8.34. Ismertesse a biszfenol-A (BPA) élettani hatását!
- 8.35. Ismertesse a kőolaj – monomer – polimer – műanyag hulladék ciklust!
- 8.36. Hány százaléka ma már az összes hulladéknak a műanyag hulladék?
- 8.37. Milyen eszközök előállítására használhatjuk másodnyersanyagként a külön válogatott műanyagokat?

## 7. Tesztek

### 8.1. Mik a műanyagok?

- 8.1.a A műanyagok mesterséges úton előállított, vagy átalakított óriásmolekulájú anyagok, szerves polimerek.
- 8.1.b A műanyagok nem természetes úton előállított óriásmolekulájú anyagok.
- 8.1.c A műanyagok mesterségesen átalakított óriásmolekulájú anyagok, szerves kopolimerek.

**8.2. Milyen eljárásokkal készülhetnek a monomerekből makromolekulák? Adja meg a háromféle vegyi folyamatot!**

8.2.a Monomerekből makromolekulák a következő eljárásokkal készülhetnek: polimerizáció, polikondenzáció, poliaddíció.

8.2.b Monomerekből makromolekulák a következő eljárásokkal készülhetnek: polimerizáció, policiklizáció, polikarbonizáció

8.2.c Monomerekből makromolekulák a következő eljárásokkal készülhetnek: polimerizáció, polikondenzáció

**8.3. Mi a legtöbb műanyag alapanyaga?**

8.3.a A legtöbb műanyag alapanyaga a policiklusos aromás szénhidrogének

8.3.b A legtöbb műanyag alapanyaga a természetes alapú szénhidrogének

8.3.c A legtöbb műanyag alapanyaga a kőolaj

**8.4. Melyek azok műanyagok, amelyeket már a XIX. században ismertek?**

8.4.a Már a XIX században ismert műanyagok: gumi, ebonit, linóleum, műbőr, celluloid,

8.4.b Már a XIX században ismert műanyagok: PVC, gumi, ebonit, linóleum, műbőr, celluloid, műselymek

8.4.c Már a XIX században ismert műanyagok: PVC, gumi, ebonit, linóleum, polisztirol,

**8.5. Csoportosítsa a műanyagokat eredetük alapján!**

8.5.a Eredetük alapján vannak: természetes alapú műanyagok, mesterséges úton előállított műanyagok

8.5.b Eredetük alapján vannak: polimerizációs és polikondenzációs műanyagok

8.5.c Eredetük alapján vannak: kőolaj alapú és nem kőolaj alapú műanyagok

**8.6. Sorolja fel a természetes alapú műanyagokat!**

8.6.a A természetes alapú műanyagok: fehérje alapú műanyagok, cellulóz alapú műanyagok, kaucsukszármazékok

8.6.b A természetes alapú műanyagok: műselymek, cellulóz alapú műanyagok, kaucsukszármazékok

8.6.c A természetes alapú műanyagok: sellak alapú műanyagok, linóleum alapú műanyagok, kaucsukszármazékok

**8.7. Csoportosítsa a műanyagokat a hővel szembeni viselkedés szerint!**

8.7.a A hővel szembeni viselkedés szerint a műanyagokat megkülönböztetjük: hőre lágyuló műanyagok, hőre keményedő műanyagok

8.7.b A hővel szembeni viselkedés szerint a műanyagokat megkülönböztetjük: hőre olvadó műanyagok, hőre kristályosodó műanyagok

8.7.c A hővel szembeni viselkedés szerint a műanyagokat megkülönböztetjük: hőre dermedő műanyagok, hőre lágyuló műanyagok

**8.8. Csoportosítsa a műanyagokat szerkezet szerint!**

8.8.a A műanyagokat szerkezet szerint két csoportra osztjuk: amorf szerkezetűre és térhálós szerkezetűre

8.8.b A műanyagokat szerkezet szerint három csoportra osztjuk: fonalas szerkezetűre, csavart szerkezetűre és térhálós szerkezetűre

8.8.c A műanyagokat szerkezet szerint két csoportra osztjuk: fonalas szerkezetűre és térhálós szerkezetűre

### 8.9. Mondjon példát kis sűrűségű polietilén műanyag termékekre!

8.9.a Kis sűrűségű polietilénből a következő termékeket állítják elő: vegyszeres flakonok, hordók, tartályok, dobozok, zsákok, csövek, szigetelőanyagok, kupakok, háztartási gépek bevonata, kábelszigetelés, esőkabát, zsinór, stb

8.9.b Kis sűrűségű polietilénből a következő termékeket állítják elő: italos palackok, élelmiszeres edények, kupakok, fóliák, zacskók, stb

8.9.c Kis sűrűségű polietilénből a következő termékeket állítják elő: vízvezetékcsövek, csőszerelvények, ereszcatornák, gépalkatrészek, vödörök, flakonok, tartályok,

### 8.10. Mondjon példát PVC (poli-vinil-klorid) műanyag termékekre!

8.10.a PVC-ből a következő termékeket állítják elő: vízvezetékcsövek, csőszerelvények, ereszcatornák, gépalkatrészek, vödörök, flakonok, tartályok

8.10.b PVC-ből a következő termékeket állítják elő: Gyerekjátékok, cipők

8.10.c PVC-ből a következő termékeket állítják elő: vegyszeres flakonok, hordók, tartályok, dobozok, zsákok, csövek, szigetelőanyagok, kupakok

### 8.11. Mondjon példát PET (poli-etilén-tereftalát) műanyag termékekre!

8.11.a PET-ből a következő termékeket állítják elő: ásványvizes palackok, üdítőitalos palackok

8.11.b PET-ből a következő termékeket állítják elő: Gyerekjátékok, gyerekcumik

8.11.c PET-ből a következő termékeket állítják elő: élelmiszeres edények, kupakok, fóliák, zacskók,

### 8.12. Hány százaléka ma már az összes hulladéknak a műanyag hulladék?

8.12.a A műanyag hulladékok aránya 2011-re már elérte a 28 %-ot a világon.

8.12.b A műanyag hulladékok aránya 2011-re már elérte a 20 %-ot a világon.

8.12.c A műanyag hulladékok aránya 2011-re már elérte a 10 %-ot a világon.

## 8. Megoldáskód a 8-as témához

|     |   |     |   |     |   |      |   |
|-----|---|-----|---|-----|---|------|---|
| 8.1 | a | 8.4 | b | 8.7 | a | 8.10 | a |
| 8.2 | a | 8.5 | a | 8.8 | c | 8.11 | a |
| 8.3 | c | 8.6 | a | 8.9 | b | 8.12 | b |

## 9. Hivatkozások

[8.1]Műanyag története. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Műanyag>

[8.2]Műanyagok csoportosítása. <http://www.hulladek-suli.hu/htan/muanya.htm>

[8.3]Műanyag termékek előállításának technológiái. <http://www.vilaglex.hu/Kemia/Html/Muanyag.htm>

[8.4] Etilénüzem Hollandia Schell Moerdijk <http://www.chemicals-technology.com/projects/moerdijk/moerdijk3.html> (Lásd: 155)

[8.5]A fröccs-sajtolás alapelve <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimerteknika-alapjai/ch09s08.html> (Lásd: 6. Ábra)



[8.6]A fröccs-sajtolás. <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch09s08.html> (Lásd: 160162, 164.)

[8.7]Vákuumformázás. [http://www.vacuumforming.eu/?page\\_id=2](http://www.vacuumforming.eu/?page_id=2) (Lásd: 165)

[8.8]Vákuumformázás. <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch11s03.html> (Lásd: 167)

[8.9]Műanyag hulladékok. <http://ecoclear.hu/muanyag-hulladek/>

[8.10] A kőolaj – monomer – polimer – műanyag hulladék ciklus <http://www.matud.iif.hu/2010/03/05.htm> (Lásd: 184)

[8.11]Újrahasznosított műanyag térburkoló "kövek" Iván Béla: <http://www.hulladek-suli.hu/htan/muanya.htm> (Lásd: 185)

---

# 9. fejezet - Elektromos energia előállító „technológiák” és környezeti hatásai.

Az elektromos energia előállító „technológiák” áttekintését ez a fejezet a kimenő elektromos teljesítmény alapján osztályozza és mutatja be.

## A fejezet tartalomjegyzéke

*Nagy teljesítményű elektromos energia előállító rendszerek (50-1000 MW)*

- 9.1. Elektromos energia előállításának alapvető fizikai ismeretei
- 9.2. Széntüzelésű hőerőművek. Zéró emissziójú erőművek
- 9.3. Gázturbinás kogenerációs erőművek. Kombinált ciklusú gázturbinás erőművek
- 9.4. Atomerőművek. (nyomott vizes, gázos)
- 9.5. Vízerőművek

*Közepes teljesítményű elektromos energia előállító rendszerek (0,2-10 MW)*

- 9.6. Szélenerőművek
- 9.7. Napenerőművek
- 9.8. Napelemes erőművek

*Kis teljesítményű elektromos energia előállító rendszerek (0,2-10 MW)*

- 9.9. ORC erőművek
- 9.10. Stirling motoros erőmű

*Hordozható elektromos energia előállító rendszerek (0,01-200 kW)*

- 9.11. Elemek, Akkumulátorok
- 9.12. Energia cella (üzemanyagcella)

## 1. Az elektromos energia előállításának fizikai formái

Jelenleg és a jövőben a következő fizikai úton tudunk elektromos energiát előállítani:

- **Elektromágneses indukció útján elektromos energiát előállító rendszerek** (Generátorok). Fizikai leírás. Faraday-féle indukciós törvény.

### 9.1. ábra - Faraday-féle indukciós törvény

$$U_1 = N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

### 9.2. ábra - Generátor ( Erőmű Pécsen )



<http://biomassza-pannonpower.dalkia.com/text/a-biomassza-eromu/kazan/>

- Kémiai energia átalakítása elektromos energiává (elemek, akkumulátorok, üzemanyagcella)

### 9.3. ábra - Akkumulátor (Lítium alapú)



[http://ezermester.hu/cikk-2130/Litium\\_alapu\\_akkumulatorok](http://ezermester.hu/cikk-2130/Litium_alapu_akkumulatorok)

- Fotóeffektus útján elektromos energiát előállító rendszerek: (Napelemek)

### 9.4. ábra - Napelemek (Monokristályos és polikristályos)



[http://napelem.net/napelemes\\_rendszer/monokristalyos\\_polikristalyos\\_napelem.php](http://napelem.net/napelemes_rendszer/monokristalyos_polikristalyos_napelem.php)

Nagy teljesítményű elektromos energia előállító rendszerek (50-1000 MW)

## 2. Széntüzelésű hőerőművek.

Mátrai Erőmű Zrt <http://www.mert.hu/hu>

<http://www.mert.hu/hu/virtualis-seta>

A „hőerőműben” történő elektromos energia előállítása a legrégebbi technológia. Ezek a „hagyományos” erőművek lehetnek *szén-, olaj- és földgáz-bázisú hőerőművek*. Napjainkban már a legnagyobb arányban csak széntüzelésű hőerőművek működnek (Kína, USA, Oroszország). Ezekből a tüzelőberendezéssel ellátott kazánokból a tüzelőanyaggal bevitt energia 70-90 %-a *vízgőz-entalpiaváltozás* formájában lép ki. Csak elektromos energiatermelés esetén a *termikus hatásfokuk* 25-34 %. Ezek az adatok a kondenzációs turbinában illetve turbógenerátorban fejlesztett villamos energiára vonatkoznak. Kapcsoltan hőt és elektromos energiát előállító rendszer esetében az *éves energetikai összhatásfok* meghaladhatja a 70 %-ot.

**Egy erőmű főbb részei a következők:**

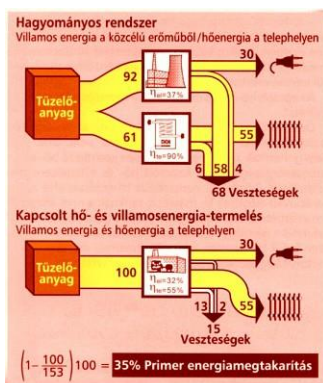
- Tüzelőanyag (szén, ) tároló terület,
- Tüzelőanyag előkészítő rész, tüztérbe juttató rendszer (golyós malom, szállítószalag, ),
- Tüztér, szívó ventilátorok,
- Füstgáztisztítók, por, hamu leválasztók kémények,
- Salakeltávolító, salaktároló terület,
- Kazán, gőzfejlesztő csőrendszer, túlhevítő,
- Gőzturbinák,
- Hűtő, kondenzáló tornyok (csak elektromos energiát termelő üzemben),
- Ellennyomást biztosító, hőcserélő egység (kapcsoltan hőt és elektromos energiát előállító egységben),
- Generátorok,
- Transzformátorok,
- Csatlakozás a távvezeték hálózatra



### 9.5. ábra - Mátrai Erőmű Zrt. Kazánok, kémények, hűtőtornyok (nem CHP)



### 9.6. ábra - Csak elektromos energiát, valamint kapcsoltan villamos energiát és hőt termelő erőművek (CHP) energiatermelésének sémája



[http://www.undp.hu/oss\\_hu/tartalom/kiadvanyh/kiadvanyh\\_body/csinaljukjol/szam06/szam06\\_body/06\\_2fej\\_el\\_emei/06\\_2fej\\_body.htm](http://www.undp.hu/oss_hu/tartalom/kiadvanyh/kiadvanyh_body/csinaljukjol/szam06/szam06_body/06_2fej_el_emei/06_2fej_body.htm)

## 3. Gázturbinás kogenerációs erőművek. Kombinált ciklusú gázturbinás erőművek

A **Budapesti Erőmű** az ország legnagyobb kogenerációs erőműve. A Budapesti Erőmű (BERT) az EDF Csoport tagja. 3 CCGT (kombinált ciklusú gázturbinás) erőművet és egy fűtőművet üzemeltet, melyek a főváros szívében helyezkednek el. Az erőművek a **budapesti távfűtési energia 60%-át** állítják elő a fővárosi távhőszolgáltató társaság, a FŐTÁV részére. A BERT a **főváros villamosenergia-fogyasztásának 10 %-át is** előállítja, a magyar villamosenergia-termelésből pedig 3%-kal részesedik.

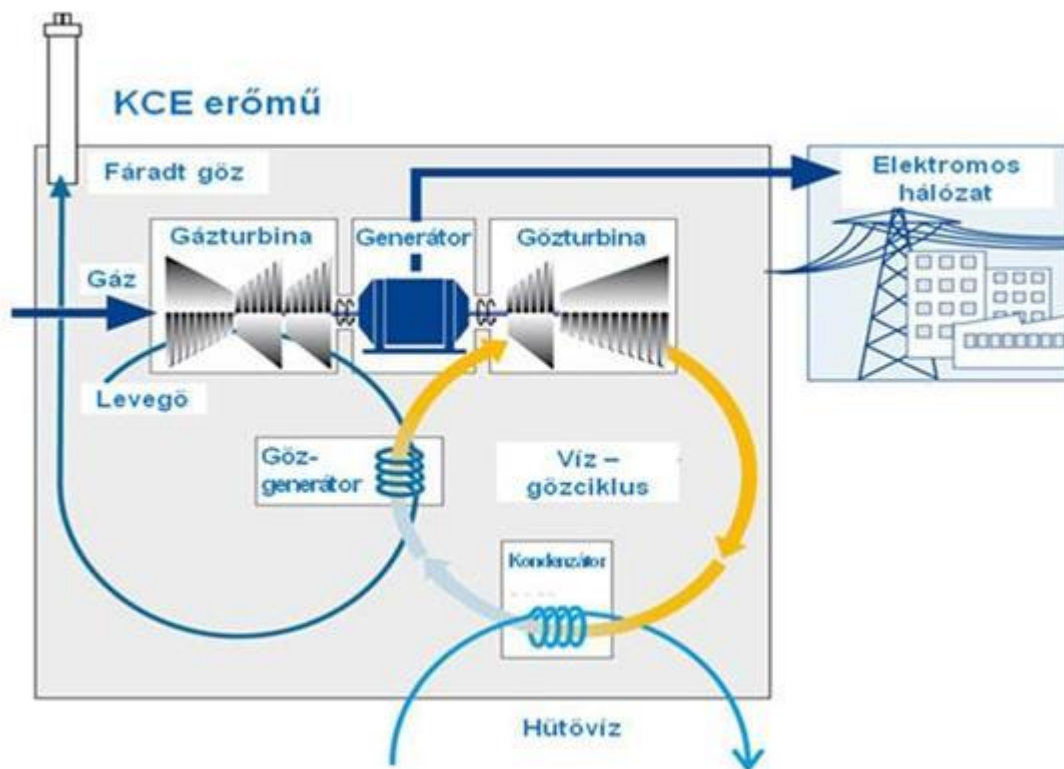
**BERT erőművek és teljesítményük:**

1. Kelenföld Erőmű (CCGT) GT 140 MWe + ST 50 MWe + 2\*4,9 MW GT (Tornado projekt)
2. Újpest Erőmű (CCGT) 110 MWe

### 3. Kispesti Erőmű (CCGT) 110 MWe

A **Gönyői Kombinált** (gáz- és gőzturbinás IGCC) Ciklusú Erőmű bruttó teljesítménye 433 MW. A kombinált jelző azt jelenti, hogy ebben az erőműi technológiában az 59 %-ot meghaladó hatásfokot egy gázturbina, egy hőhasznosító kazán és egy gőzturbina kombinált működése biztosítja. A 433 MW-ból a gázturbina 285 MW-ot (kb. 2/3-ad rész), a gőzturbina pedig 148 MW-ot (kb. 1/3-ad részt) ad.

#### 9.7. ábra - Kombinált ciklusú gázturbinás és gőzturbinás erőmű (KCE) blokk-sémája



<http://szegedma.hu/hir/szeged/2011/02/a-szegedi-gazeromu-greenpeace-forum-fotok.html>

**Több mint ezer fokok** a földgáz-levegő keverék. Az egész erőmű hatásfoka meghaladja az 59 százalékot, ami legjobbak között van a világon. A nagy hatásfokot az erőmű alapvetően a gázturbina égőterében kialakuló **1300-1400 Celsius-fok** hőmérsékletű és kb. **30 bar nyomású** földgáz-levegő keveréknek köszönheti. Ez a nagy hőmérsékletű gázkeverék meghajtja a gázturbina forgó lapátjait, miközben a hőmérséklete és a nyomása jelentősen lecsökken. A gázturbinát **elhagyva kb. 600 Celsius-fok** hőmérsékleten lép be a gőzfejlesztő kazánba. A gőz a gőzturbina lapátjait hajtja meg, majd a vákuum terű kondenzátorba áramlik, ahol a hűtővíz hatására lecsapódik. A keletkezett vizet szivattyúk nyomják vissza a hőhasznosító gőzkazánba. A hőhasznosító kazánt elhagyó kb. 85 Celsius-fokos füstgáz a kéményen át a szabadba távozik. **Gönyűn** az áramtermelő generátor tengelyének egyik végét a gázturbina, a másik végét pedig a gőzturbina hajtja meg.

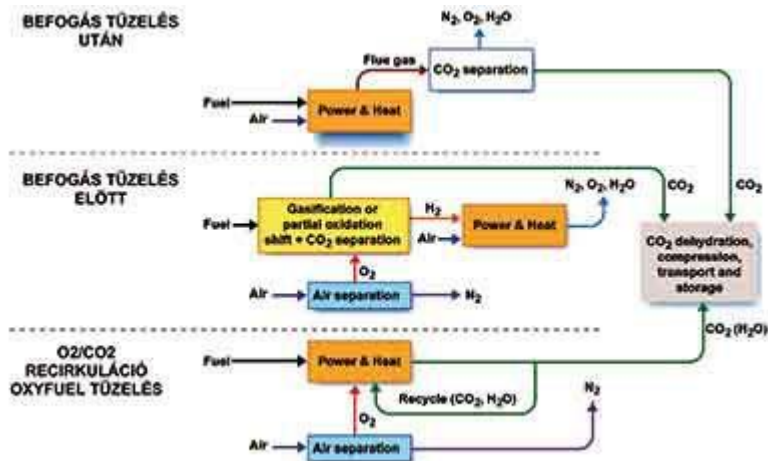
**Léghűtéses lapátok.** Műszaki szempontból az ilyen magas hőmérséklet rendkívüli igénybevételt jelent a turbina fémből készült forgólapátjaira. A lapát felszínén a megengedett maximális hőmérséklet valójában ugyanis csak 950 Celsius-fok. Ezen a hőmérsékleten a felszín már vörösen izzik. Ha a lapát tovább forrósodna, elveszítené a stabilitását, és az anyag oxidálódni kezdene. A lapátok aktív hűtéssel is rendelkeznek, üreges belsejükben levegő áramlik. Legelől, a legforróbb részben lévő forgólapátokon apró lyukak találhatók, melyekből „csak” 400 Celsius-fokos levegő áramlik a lyukak mögötti lamellákra, hőszigetelő védőréteget képezve a felületen. A rendkívül törésálló lapátok olyan nikkelötvözetből készültek, amelyben nem találhatók különálló kristályokat elválasztó szemcsehatárok, ahol törések képződhetnének. Annak érdekében, hogy a teljes gázmennyiség összes ereje a forgólapátokon fejtsen ki hatását és mozgási energiává alakuljon, a tervezők úgy alakították ki azok külső szélét, hogy a lapát és a turbina fala közti rés minél kisebb maradjon.

Zéró emisszójú erőművek

<http://molnardavid.uw.hu/kombinalt.html>

A környezet terhelés csökkentését, a hatásfoknövelésen túl a széndioxid megfogásával lehet elérni. Ennek lehetőségeit mutatja be a következő ábra. A kibocsátott széndioxid mennyiségét azzal csökkentik, hogy a tüzelőanyagot elgázósítják, és abból kivonják a széndioxidot, és csak a levegő oxigén tartalmát vezetik a tüztérbe. Értelem szerűen a hőtermelő folyamat után mindenképpen kell még a maradék széndioxid megfogásáról gondoskodni.

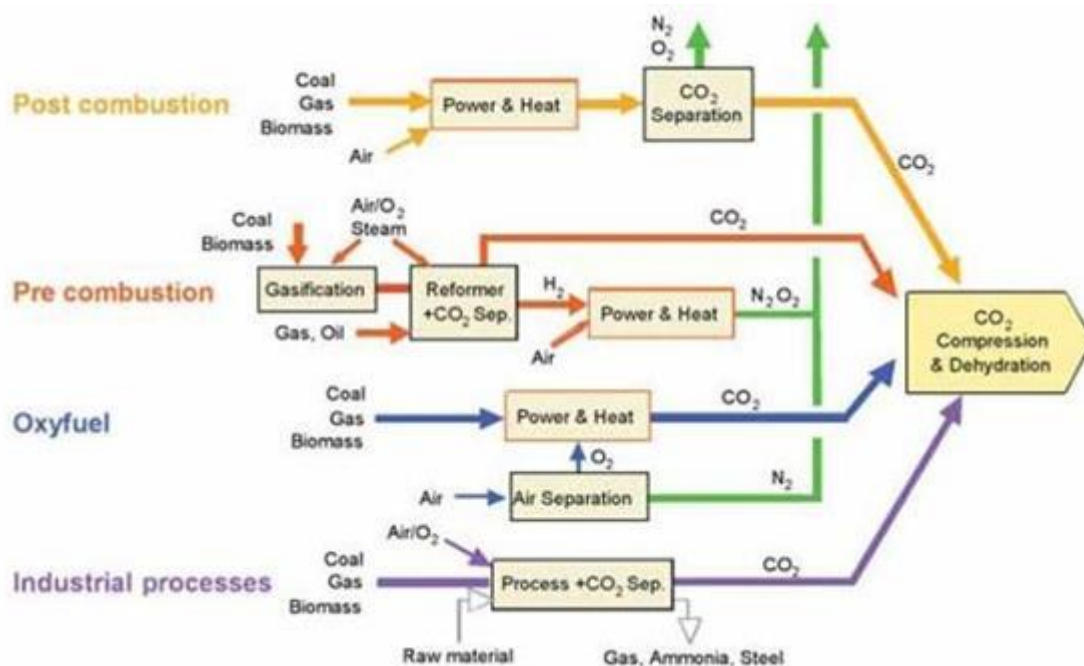
### 9.8. ábra - Széndioxid megfogás lehetséges esetei



#### CO<sub>2</sub> leválasztás

- tüzelés után: füstgáztisztítás
- tüzelés előtt: tüzelőanyag átalakítás
- Oxyfuel technológia (csak oxigén bevezetése a tüztérbe)

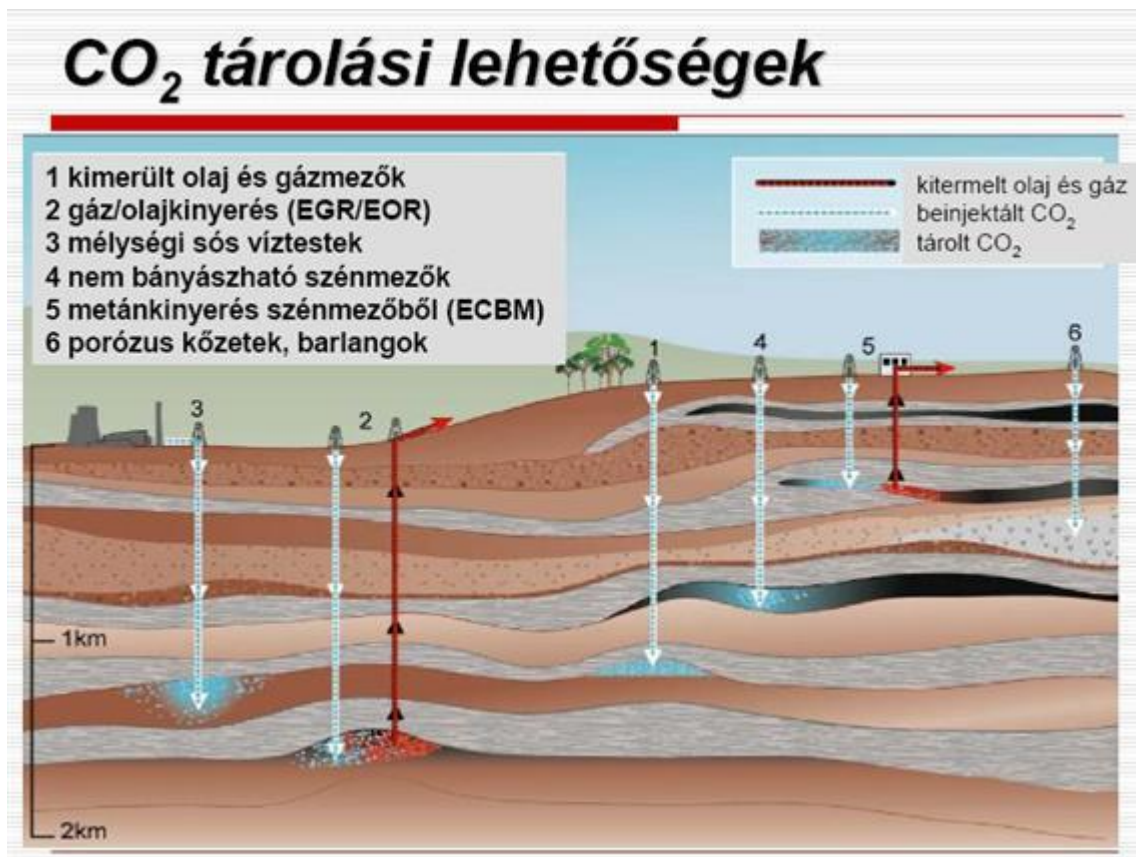
### 9.9. ábra - Széndioxid megfogás technológiái széntüzelésű kazánok esetében



CO<sub>2</sub> tárolás

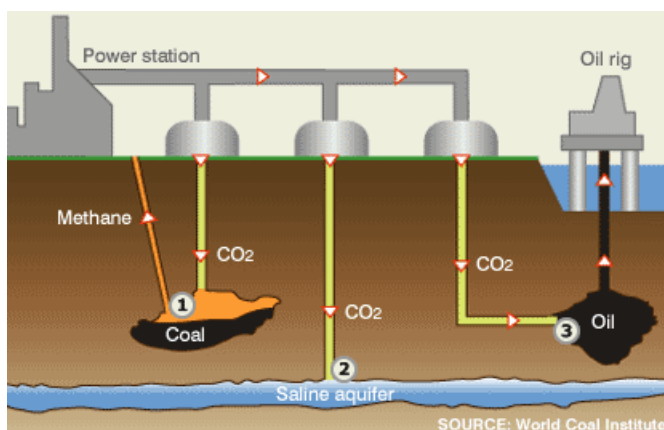
- óceánokban
- geológiai formációkban
- karbonátos ásványokban

#### 9.10. ábra - Széndioxid tárolási lehetőségek



<http://www.blog.thesietch.org/2008/07/14/could-carbon-capture-be-the-next-cash-cow/>

#### 9.11. ábra - Szén elgázosítás, metángáz turbinás erőműben, széndioxid megfogás és felhasználás olajkútnál





## 9.12. ábra - Norvégia Sleipner. Széndioxid tárolás sósvizes aquiferben az Északi-tengeren



Aquifer: Vízadó réteg, föld alatti természetes víztározó

<http://www.origo.hu/tudomany/20080530-a-britek-es-a-ccstechnologia-a-fold-alatt-tarolhato-a.html>

## 4. Atomerőművek. (nyomott vizes, gázos)

Atomerőművek listája: [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_nuclear\\_reactors](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_nuclear_reactors)

Atomerőmű

<http://molnardavid.uw.hu/atomeromu.html>

Az atomerőművek technológiai csoportosítása

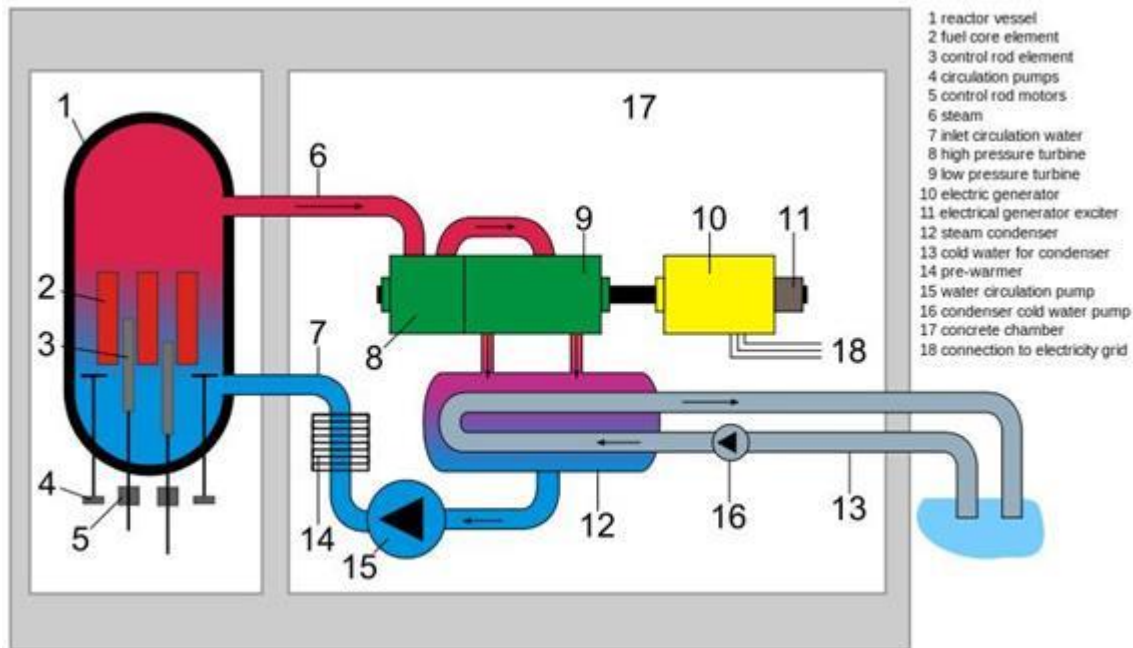
1. Könnyűvizes (könnyűvíz hűtésű és könnyűvíz moderátoros) atomreaktor (LWR)
  - 1a. Nyomottvizes reaktor (PWR)
  - 1b. Forralóvizes reaktor (BWR)
2. Nyomottvizes, nehézvíz (D<sub>2</sub>O) hűtésű és nehézvíz moderátoros atomreaktor (PHWR)
3. Grafitmoderátoros atomreaktor
  - 3a. Könnyűvizes elgőzöltető, grafitmoderátoros atomreaktor (LWGR)
  - 3b. Gázhűtésű, grafitmoderátoros atomreaktor (GGR)
  - 3c. Továbbfejlesztett gázhűtésű, grafitmoderátoros atomreaktor
  - 3d. Golyóágyas moduláris atomreaktor

#### 4. Gyorsreaktorok (FBR)

#### 5. Kis és közepes atomreaktorok

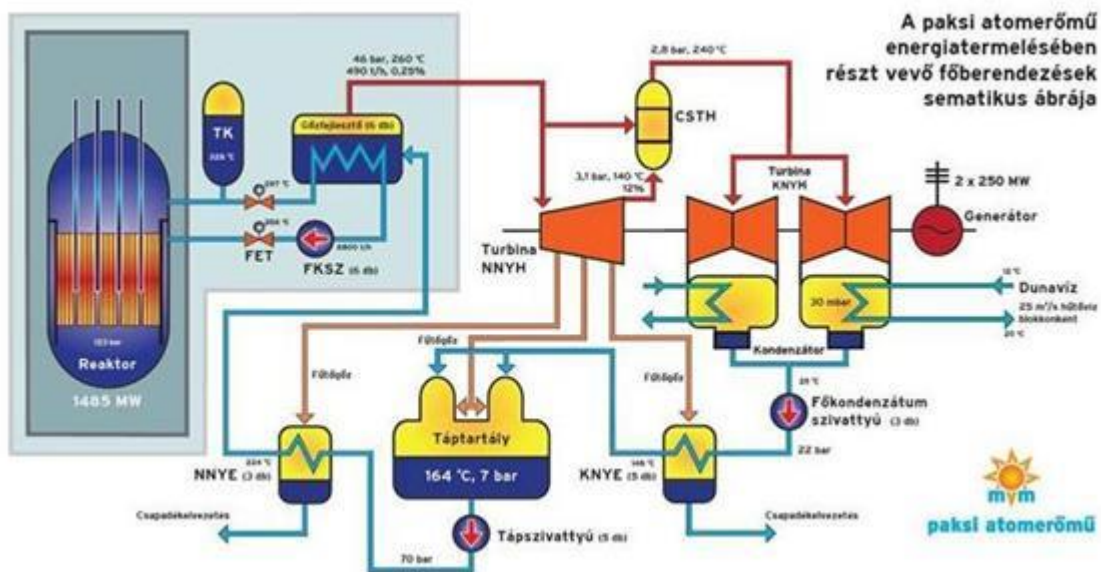
A Paksi Atomerőműben lévő 4 darab reaktor a könnyűvizes, nyomottvizes reaktorok (PWR) közé tartozik. Típusuk VVER-440 (V.213), amely utal a 440 MW elérhető névleges teljesítményre. Ezt mind a négy blokk esetében 2009-re 500 MW-ra emelték különböző fejlesztésekkel, így az erőmű összteljesítménye 2000 MW lett. Az egyes reaktorok hőteljesítménye külön-külön 1485 MW. Felépítését a következő két ábra szemlélteti.

#### 9.13. ábra - Forralóvizes reaktor atomerőműben



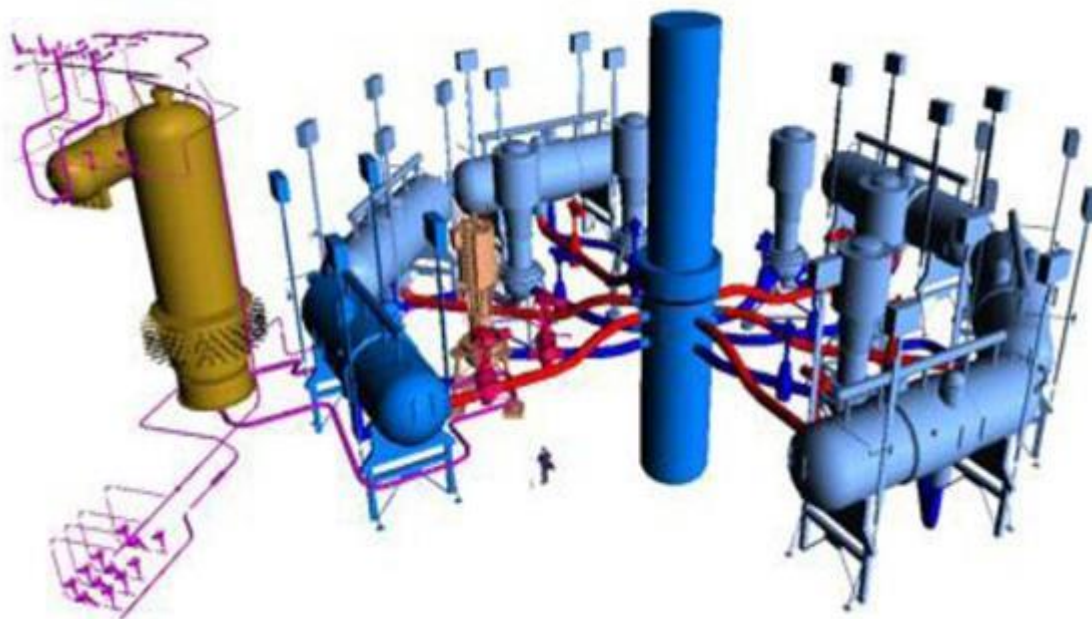
<http://users.atw.hu/limbo/elemek/erettsegi/fizika/fizkozepszobeli/fizkozepszobeli.htm>

#### 9.14. ábra - Paksi Atomerőmű bloksémája és működése



[http://dortje.freeblog.hu/archives/2007/12/02/A\\_Paksi\\_atomeromu\\_mukodese\\_-\\_ertheto\\_flash/](http://dortje.freeblog.hu/archives/2007/12/02/A_Paksi_atomeromu_mukodese_-_ertheto_flash/)

**9.15. ábra - A Paksi Atomerőmű egy reaktora és a hozzá csatlakozó hőcserélők  
sematikus rajza**



<http://users.atw.hu/limbo/elemek/erettsegi/fizika/fizkozepszobeli/fizkozepszobeli.htm>

A Magyar Országgyűlés 2009. március 30-án 330 igen, 6 nem szavazat és 10 tartózkodás mellett elvi jóváhagyását adta Pakson új atomerőművi blokk(ok) létesítésének előkészítését szolgáló tevékenység megkezdéséhez.

**9.16. ábra - Paksi Atomerőmű turbina és generátor terme**



[http://mta.hu/tudomany\\_hirei/a-tudomany-a-fenntarthato-atomenergiaert-126851/](http://mta.hu/tudomany_hirei/a-tudomany-a-fenntarthato-atomenergiaert-126851/)

**9.17. ábra - Üzemanyag kazetta reaktorba**



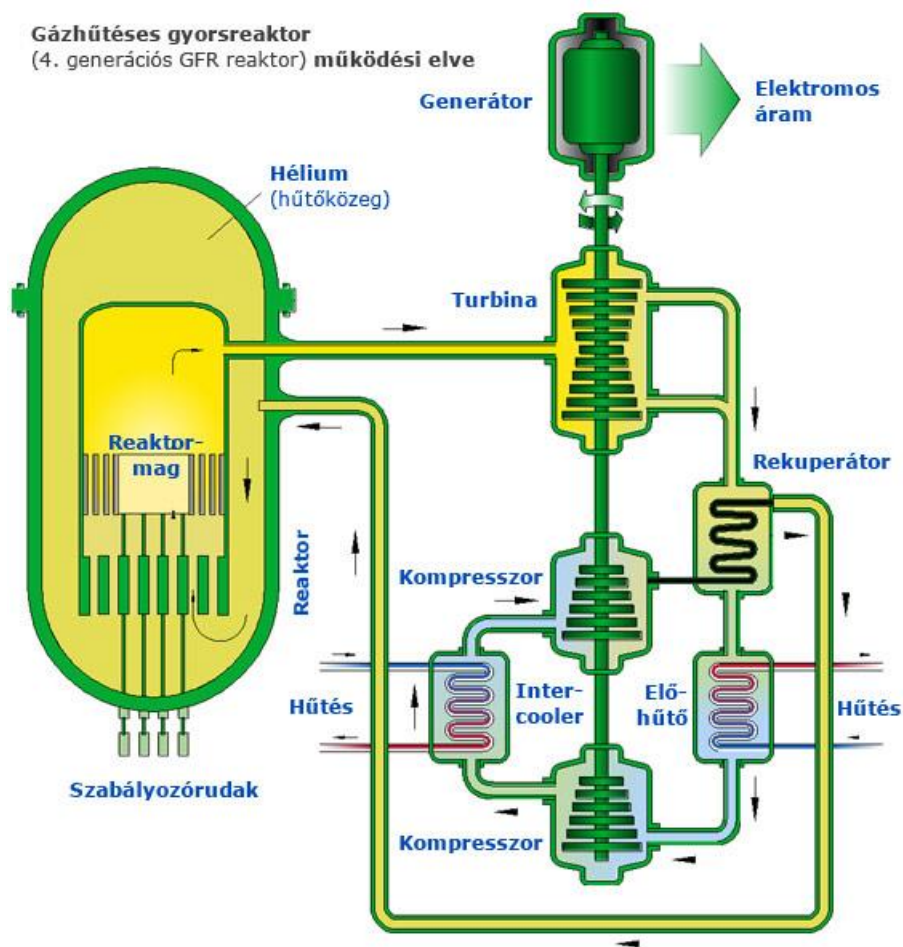
[http://infovilag.hu/hir-15362-uj\\_nemzedeku\\_nuklearis\\_uzemanyag\\_paksnak.html](http://infovilag.hu/hir-15362-uj_nemzedeku_nuklearis_uzemanyag_paksnak.html)

**A következőkben összefoglaljuk a lehetséges további atomerőműi technológiákat.** Ezek céljai: nagyobb legyen az elektromos energia előállítás hatásfok, és az alkalmazott üzemanyagot, vagy annak „termékét” minél kevésbé lehessen atomfegyver előállítására használni. (**Generation IV International Forum - GIF** <http://www.gen-4.org/> )

1. Gázhűtésű gyorsreaktorok
2. Ólomhűtésű gyorsreaktorok
3. Sólolvadék hűtésű reaktorok
4. Nátrium hűtésű gyorsreaktorok
5. Szuperkritikus vízhűtésű reaktor
6. Nagyon magas hőmérsékletű reaktor

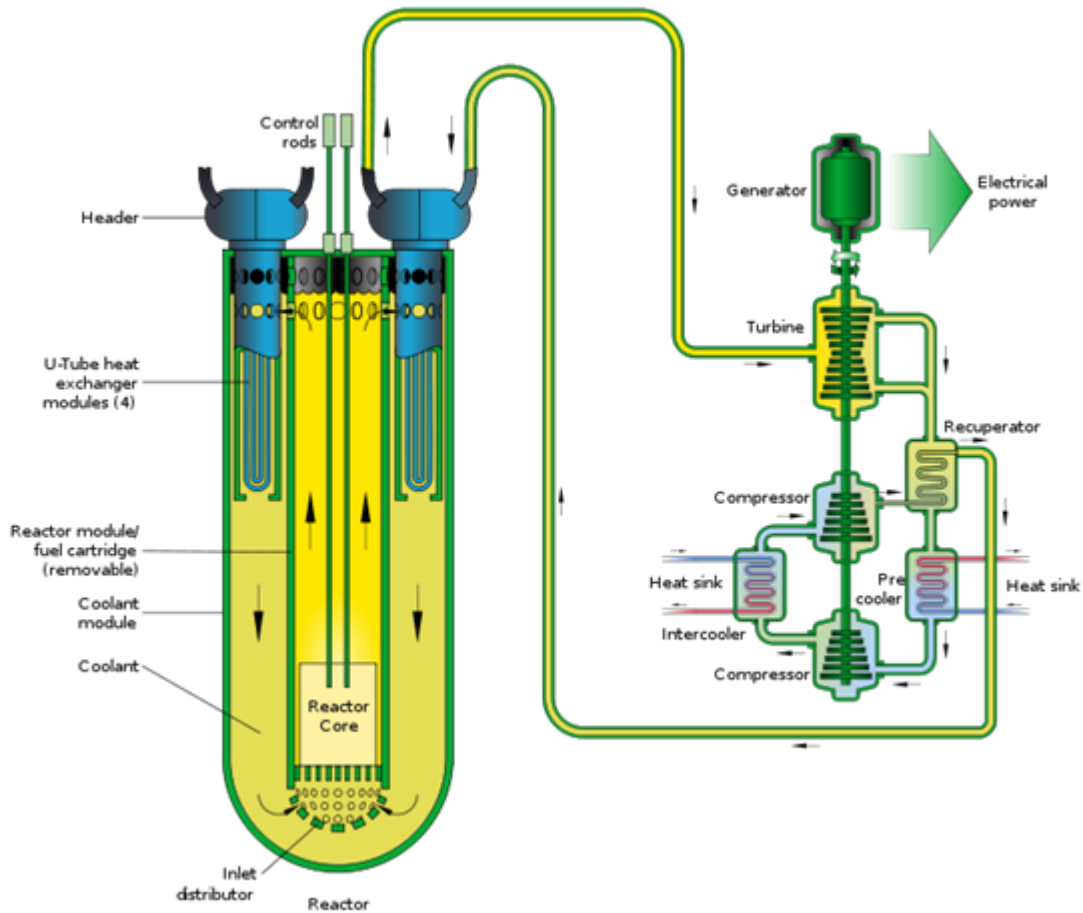
### **9.18. ábra - Gázhűtésű gyorsreaktor**





**Gázhűtésű gyorsreaktor** Gas-Cooled Fast Reactor-GFR; Hűtőközeg: He gáz; Üzemanyag: UPuC/SiC zárt üzemanyagciklus; Termikus teljesítmény. 600 MW; Hűtőközeg hőmérséklet: 490-850 C; magas hőmérséklet, jó hatásfokkal elektromos energia, vagy hidrogén gáztermelése, hatásfok 48 %. [http://en.wikipedia.org/wiki/Gas-cooled\\_fast\\_reactor](http://en.wikipedia.org/wiki/Gas-cooled_fast_reactor)

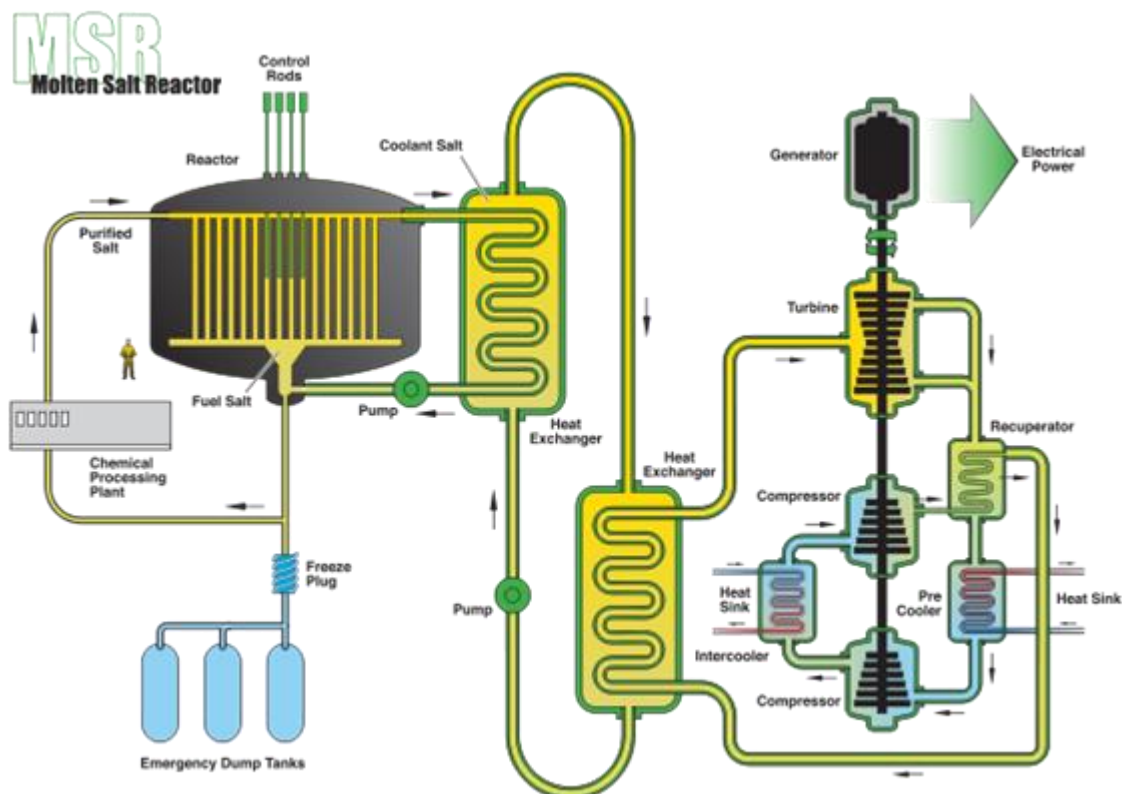
### 9.19. ábra - Ólomhűtésű gyorsreaktor



**Ólomhűtésű gyorsreaktor (Lead-cooled fast reactor-LFR)** Hűtőközeg: Pb-Bi, vagy Pb; Üzemanyag: UPu fém, vagy nitrid, zárt üzemanyagciklus; Termikus teljesítmény. 125-3600 MW; Hűtők hőmérséklete: 550-800 oC; Elektromos energia és hidrogén gáztermelése moduláris (15-20 éves kampány) és nagy erőművi formában egyaránt.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Lead-cooled\\_fast\\_reactor](http://en.wikipedia.org/wiki/Lead-cooled_fast_reactor)

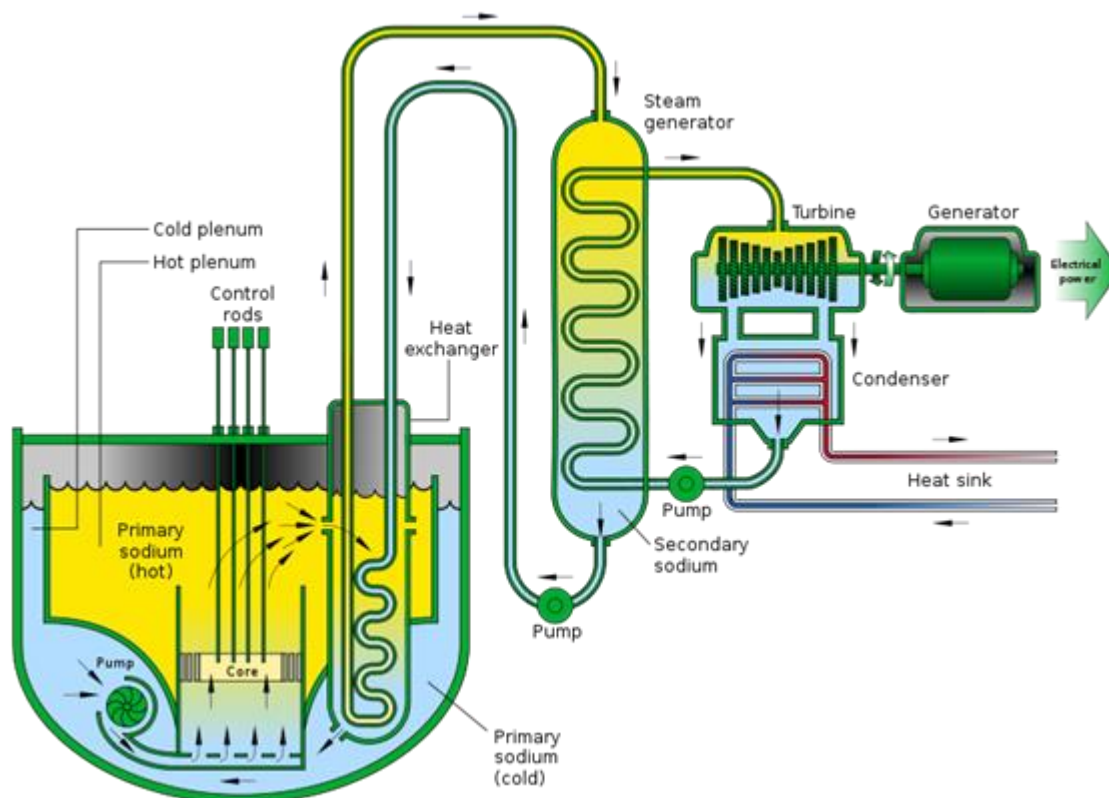
## 9.20. ábra - Sóolvadék hűtésű reaktor



**Sóolvadék közegű reaktor (Molten salt reactor – MSR)** Hűtőközeg és üzemanyag: UPu-fluorid tartalmú sóolvadék, Th termofil anyaggal, zárt üzemanyagciklus; Elektromos teljesítmény. 1000 MW; Hűtők hőmérséklete: 565-850 oC; Sóolvadék gőze nagyon alacsony nyomású; Elektromos energia és hidrogén gáztermelése egyaránt; Jó konverziós tényező Alkalmas aktinidák átalakítására, transzmutációra.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Molten\\_salt\\_reactor](http://en.wikipedia.org/wiki/Molten_salt_reactor)

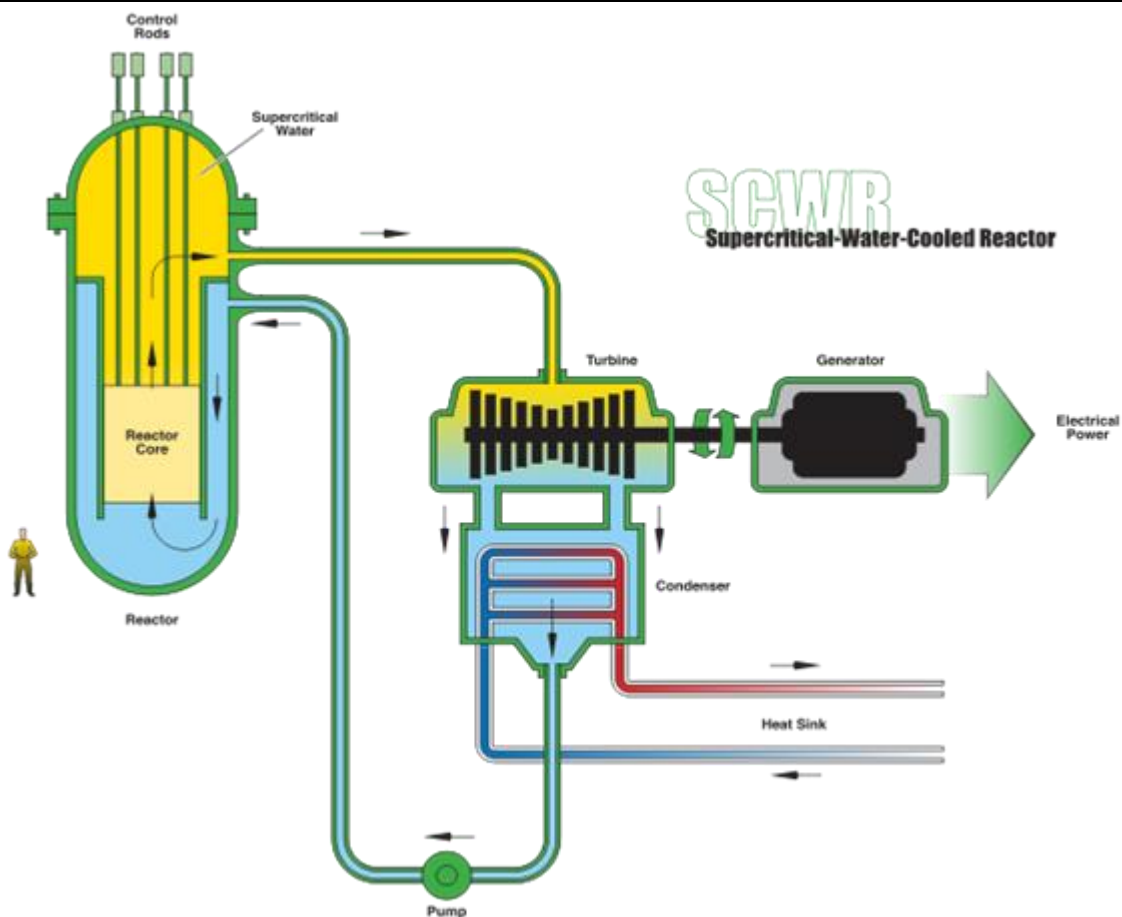
## 9.21. ábra - Nátrium hűtésű gyorsreaktor



**Nátrium hűtésű gyorsreaktor (Sodium-Cooled fast Reactor or SFR):** Üzemanyag: U/Pu fém, vagy oxid tartalmú só, zárt üzemanyagciklus; Termikus teljesítmény. 1000-5000 MW; Hűtőközeg hőmérséklete: 530-550 oC; Nyomás alacsony 1 bar körüli; Jó konverziós tényező, akár 1,3. [http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium-cooled\\_fast\\_reactor](http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium-cooled_fast_reactor)

## 9.22. ábra - Szuperkritikus vízhűtésű reaktor

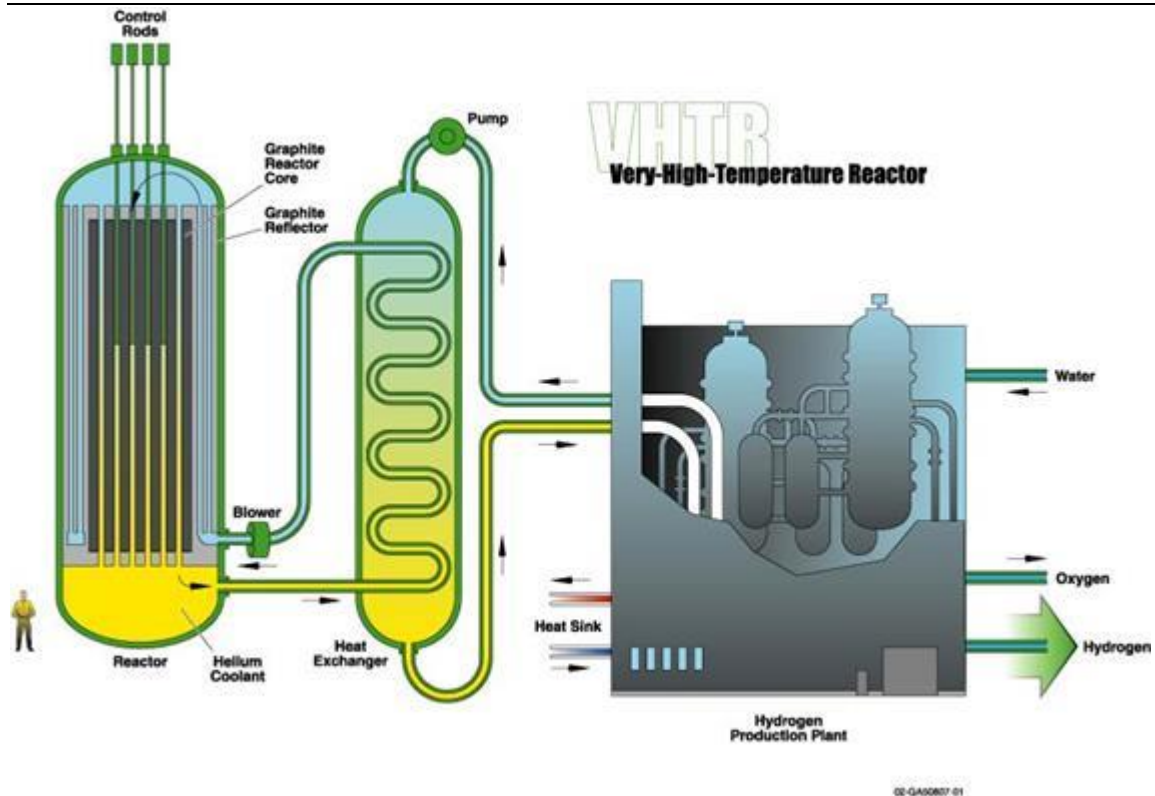




**Szuperkritikus vízhűtésű reaktor (Supercritical-Water-Cooled\_Reactor - SWCR)** Hűtőközeg: könnyűvíz; Üzemanyag: Hasonló a PWR üzemanyaghoz; Hőmérséklet és nyomás a kritikus pont felett:  $>374\text{ C}$ ,  $> 22\text{ MPa}$ , ha nincs forráskörzés; gőzleválasztók, gőzfejlesztők feleslegesek; Termikus és gyors reaktor; Jó hatásfok 44 %; Jó konverziós tényező, akár 1,3.

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Supercritical-Water-Cooled\\_Reactor.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Supercritical-Water-Cooled_Reactor.svg)

### 9.23. ábra - Nagyon magas hőmérsékletű reaktor



**Nagyon magas hőmérsékletű reaktor (Very High Temperature Reactor - VHTR)** A HTGR továbbfejlesztése. Gázhűtésű reaktor, akár 1000 C hőmérsékletű közeggel. Elektromos energia és hidrogén gáztermelésére. Hatásfok 50 % felett.

[http://blogs.princeton.edu/chm333/f2006/nuclear/2007/01/the\\_very\\_high\\_temperature\\_reactor\\_vhtr.html](http://blogs.princeton.edu/chm333/f2006/nuclear/2007/01/the_very_high_temperature_reactor_vhtr.html);

<http://www.gen-4.org/Technology/systems/vhtr.htm>

## 5. Vízerőművek

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Vízerőmű>

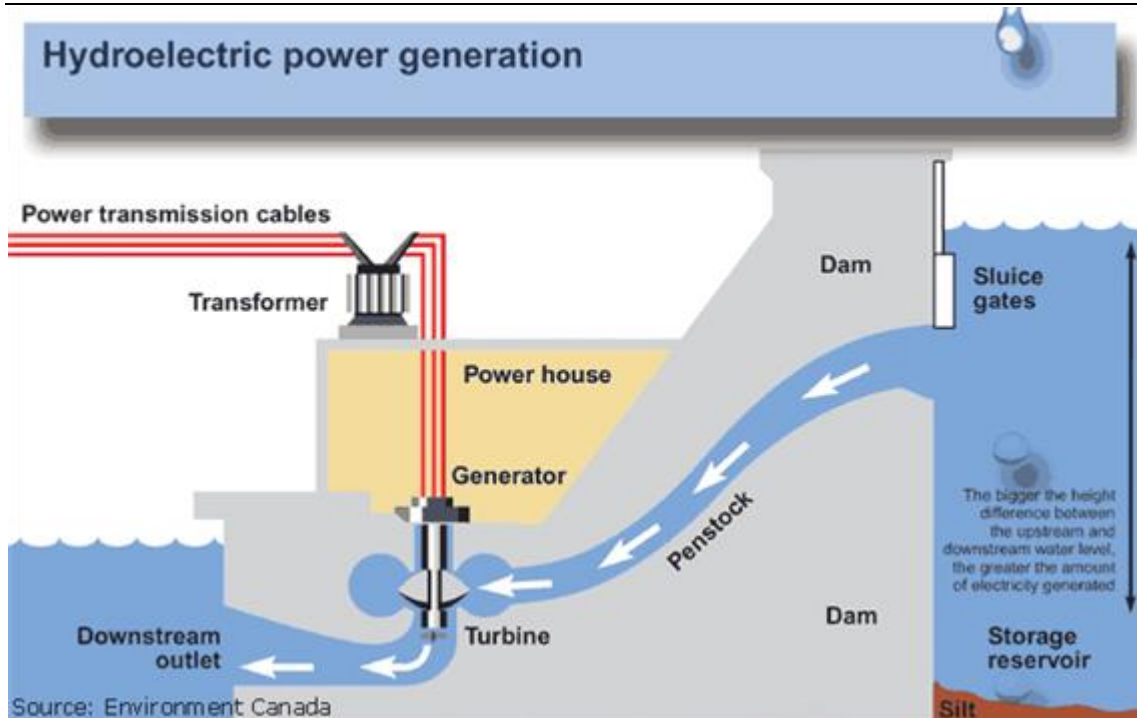
Előnyei

- Rugalmasság
- Alacsony költségek
- Csökkentett CO<sub>2</sub>-kibocsátás

Hátrányai

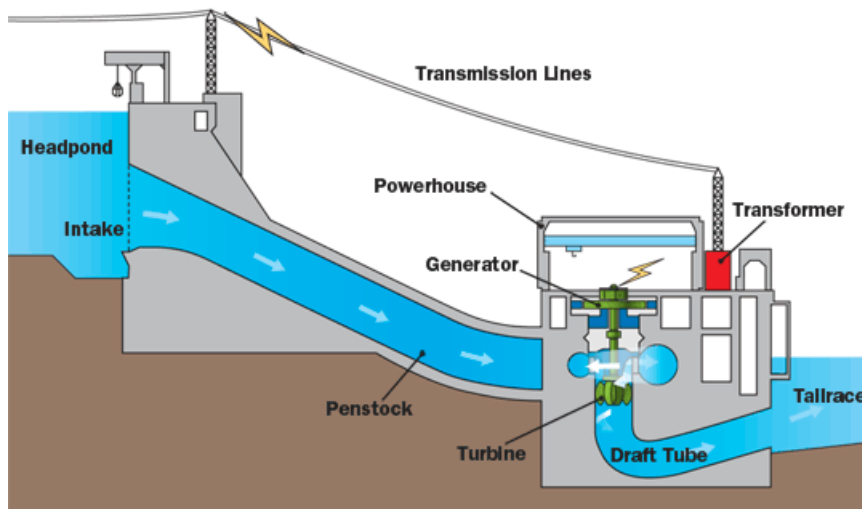
- Az esetleges ökoszisztéma károsodás
- Esetleges eliszaposodás
- Nagy, főleg erdős területek elárasztása

### 9.24. ábra - Duzzasztómű, vízerőmű blokksémája



[http://www.daviddarling.info/encyclopedia/H/AE\\_hydroelectric\\_power.html](http://www.daviddarling.info/encyclopedia/H/AE_hydroelectric_power.html)

### 9.25. ábra - Vízörőmű vázlat



[http://www.nbpower.com/html/en/safety\\_learning/learning/electricity\\_generated/hydro/hydro.html](http://www.nbpower.com/html/en/safety_learning/learning/electricity_generated/hydro/hydro.html);  
<http://hu.wikipedia.org/wiki/Vízörőmű>

Három-szurdok gát Kína

A Három-szurdok gát **másfél kilométeres szélességével és 185 méter magas gátjával** a világ legnagyobb vízörőműve, amely 632 km<sup>2</sup> területű tavat duzzaszt a folyón felfelé, egészen Chongqing (*Csungking*) városáig. **18 GW az elektromos teljesítménye**, ami a kínai elektromos energiatermelés kilencede. Az építkezés során rengeteg probléma merült fel, környezetvédelmi és társadalmi szempontból pedig az egész erőmű létjogosultsága megkérdőjelezhető.

### 9.26. ábra - Három-szurdok Erőmű (Kína) duzzasztója (Three Gorges Dam)



[http://en.wikipedia.org/wiki/Three\\_Gorges\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam)

1. Táblázat. Épülőfélben lévő nagy vízerőművek <http://hu.wikipedia.org/wiki/Vízerőmű>

| Név                | Telj max. | Ország      | Kezdés             | befejezés      |
|--------------------|-----------|-------------|--------------------|----------------|
| Alsó Subansiri gát | 2000 MW   | India       | 2005.              | 2009.          |
| Bureya gát         | 2010 MW   | Oroszország | 1978.              | 2009.          |
| Boguchan gát       | 3000 MW   | Oroszország | 1980.              | 2012.          |
| Tocoma Manuel Piar | 2160 MW   | Venezuela   | 2004.              | 2014.          |
| Xiluodu gát        | 12 600 MW | Kína        | 2005. december     | 2015.          |
| Baihetan gát       | 12 000 MW | Kína        | 2009.              | 2015.          |
| Wudongde gát       | 7000 MW   | Kína        | 2009.              | 2015.          |
| Longtan gát        | 6300 MW   | Kína        | 2001. július 1.    | 2009. december |
| Jinping 2 vízerőmű | 4800 MW   | Kína        | 2007. január 30.   | 2014.          |
| Laxiwa gát         | 4200 MW   | Kína        | 2006. április 18.  | 2010.          |
| Xiaowan gát        | 4200 MW   | Kína        | 2002. január 1.    | 2012. december |
| Jinping 1 vízerőmű | 3600 MW   | Kína        | 2005. november 11. | 2014.          |
| Pubugou gát        | 3300 MW   | Kína        | 2004. március 30.  | 2010.          |
| Goupitan gát       | 3000 MW   | Kína        | 2003. november 8.  | 2011.          |

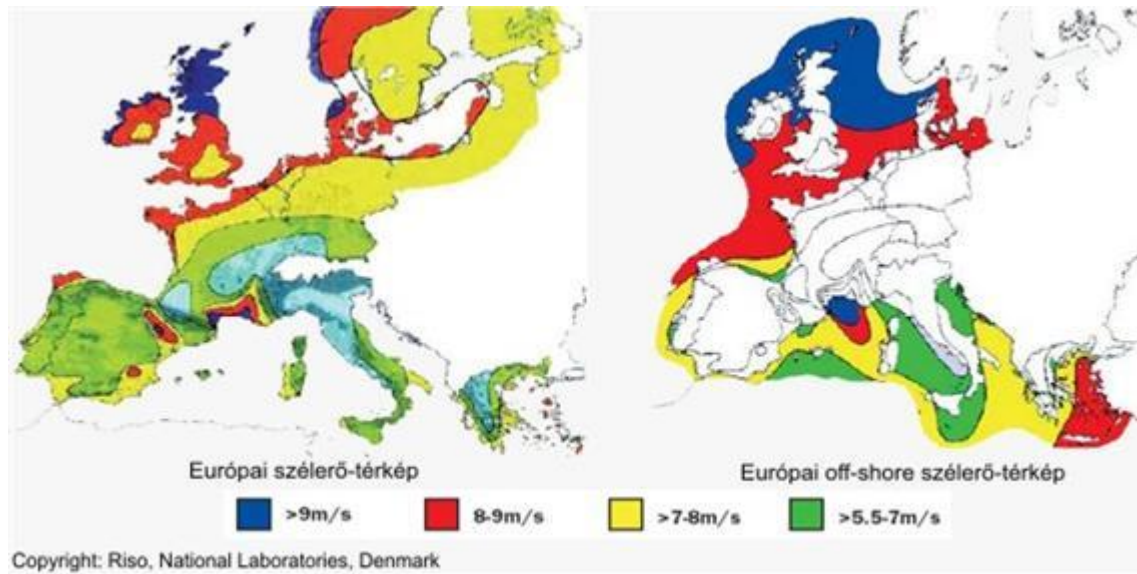


|                   |         |          |       |       |
|-------------------|---------|----------|-------|-------|
| Guandi gát        | 2400 MW | Kína     | 2007. | 2012. |
| Santo Antônio gát | 3150 MW | Brazília | 2007. | 2012. |

Közepes teljesítményű elektromos energia előállító rendszerek (0,2-10 MW)

## 6. Szélerőművek

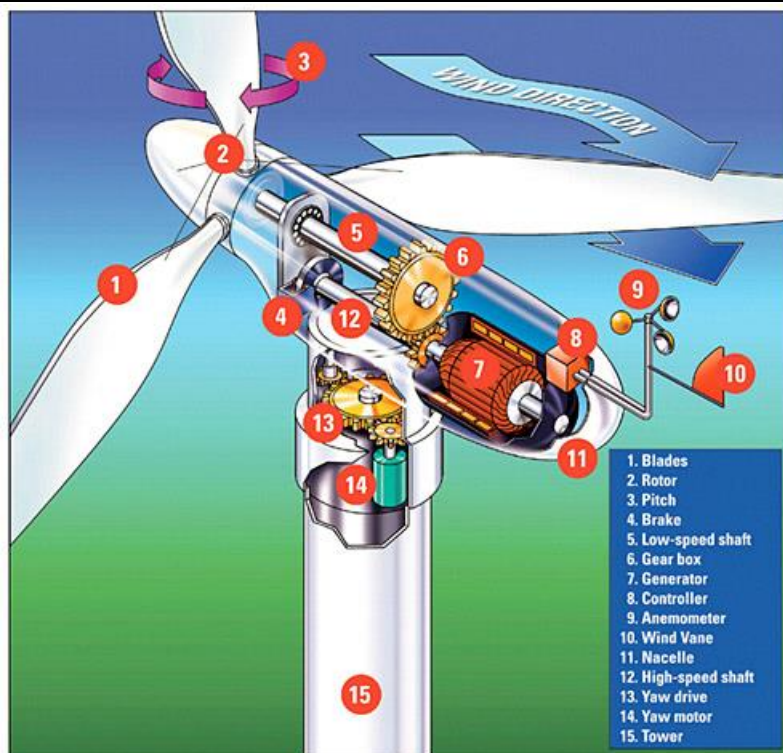
### 9.27. ábra - Európa kontinentális és tengeri szélerő térképe



<http://www.alternative-energy-news.info/technology/wind-power/wind-turbines/>

Szélerőmű parkról (Wind farm) akkor beszélünk, amikor sok egyedi szélerőmű helyezkedik el megfelelő közelségben egymáshoz képest. Ilyet azért célszerű csinálni, mivel a távvezeték, amelyen a termelt elektromos energiát csatolják a hálózatra, viszonylagosan annál „olcsóbb” lesz, minél több egység tartozik egy blokkba. Ma már sok ezer szélerőmű park van Kaliforniában, Dániában, Németországban, Spanyolországban, Skóciában, stb. Különösen jelentős éves kihasználtsága van a tengerekbe (off-shore) épített parkoknak.

### 9.28. ábra - Egy szél generátor szerkezeti felépítése



Egy szél generátor szerkezeti elemei 1 – generátor, 2 – szélkerék, 3 – állítható rotor szárnyak, 4 – kuplung, 5 – főtengely, 6 – áttétel, 7 – generátor, 8 – ellenőrző elektronika, 9 – 10 szél erősség, szélirány mérő, 11 – generátor ház, 12-13-14 – szélirányba állítás motorikus része, 15 – torony.  
[http://www.wwindea.org/technology/ch01/en/1\\_2.html](http://www.wwindea.org/technology/ch01/en/1_2.html)

2. Táblázat. Vízszintes tengelyű szél erőművek gyártói és legnagyobb teljesítményű rendszerei

([http://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_turbine](http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_turbine) )

| P<br>(MW) | Típus                  | Gyártó cég            | Piacra<br>jutás éve | Tengeri<br>telepítés | Rotor felület<br>(m <sup>2</sup> ) | Rotor átmérő<br>(m) | Generátor<br>magasság<br>(méter) |
|-----------|------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| 7.6       | E-126                  | Enercon               | 2011                |                      | 12 668                             | 127                 | 135                              |
| 8.0       | V164-8.0 MW            | Vestas                | 2015                | igen                 | 21 124                             | 164                 | 105                              |
| 6.0       | SWT-6.0-154            | Siemens Wind<br>Power | 2012                | Mind-kettő           | 18 600                             | 154                 | Helyfüggő                        |
| 6.0       | SL6000                 | Sinovel               | 2011                |                      | 12 868                             | 128                 |                                  |
| 4.5       | G128-4.5 MW            | Gamesa                | 2012                |                      | 12 868                             | 128                 | 81, 120, 140                     |
| 3.0       | V90-3.0 MW<br>Offshore | Vestas                | 2003                | igen                 | 6 362                              | 90                  | Helyfüggő                        |
| 3.0       | SL3000                 | Sinovel               | 2010                |                      | 10 038                             | 113.3               | 90                               |
| 2.0       | G97-2.0 MW             | Gamesa                | 2010                |                      | 7 390                              | 97                  | 78, 90                           |

|     |          |           |      |  |       |      |                |
|-----|----------|-----------|------|--|-------|------|----------------|
| 1.6 | 1.6-82.5 | GE Energy | 2008 |  | 5 346 | 82.5 | 65, 80, 100    |
| 1.5 | MY 1.5s  | Ming Yang |      |  | 5 320 | 82.6 | 65, 70, 75, 80 |

## 7. Naperőművek

A **naperőművek, hőerőművek**, amelyek elektromos energiát állítanak elő. A kazános fűtés helyett a Nap látható és infravörös tartományába eső sugárzás energiáját koncentrálják, amit hőtranszporter folyadék (pl. glikolok) nyel el. Jó, ha a felmelegített folyadék hőmérséklete minél magasabb (200-350 oC). Ez a hő folyadék-folyadék hőcserélőn keresztül (többnyire) vízből (ORC esetében butanolt, izopentánt alkalmaznak) állítja elő a turbinák munkát végző gőzt. Ezért ez tulajdonképpen egy hagyományos gőzturbinás erőmű.

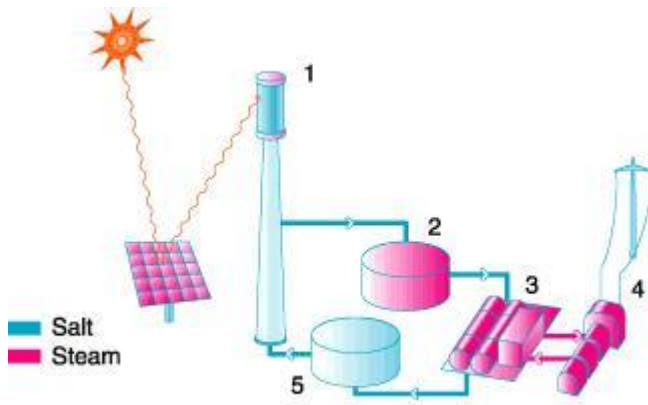
Azt, hogy ez a rendszer nappal és éjjel a szükségleteknek megfelelően biztosítsa az elektromos energiát, a nappal „begyűjtött” hőenergia egy részét éjszakára tárolni kell. A hő tárolására kellően magas hőmérsékletű „folyadékot” (megolvasztott kősó, nátrium) alkalmaznak. Éjszaka ennek a hőjével történik a vízből a gőzfejlesztés és a szükséges elektromos energia előállítása.

A napsugárzás koncentrációját többféle formában is megoldották már. Ezekkel a két dimenzióban mozgatható mechanikus szerkezetekkel „követik a Napot”. Ezek a reflektor rendszerek, méretük és az egy (parabola vályú), vagy két dimenzióban (naptorony, paraboloid tükör) történő mozgathatóság szerint alkalmazhatók a Föld adott szélességi körén. Ezek a következők:

- Síktükrök összegyűjtik a fényt egy tartályra (naptornyos rendszer, Solar Tower)
- parabola „vályú” egy csőre koncentrálja a sugárzást (Solar Trough Systems)
- Paraboloid tükrös rendszer egy „pontba” koncentrálja a sugárzást (Stirling motort „hajt meg”)

Síktükrös kollektor rendszer

### 9.29. ábra - Olvadt kősót alkalmazó, hő tárolás, síktükrös, tornyos naperőmű



Solar Power Tower. Olvadt kősót alkalmazó, hő tárolás (2, 5), mozgatható síktükrös, tornyos (1) naperőmű. Gőzturbinák (3), generátorok (4)

<http://www.alternativeenergyprimer.com/Solar-Power-Tower.html>

Parabola vályús kollektor rendszer

### 9.30. ábra - Napvályús naperőmű NextEra Energy Resource's Bakersfield power plant





<http://www.heatingoil.com/blog/water-hindering-renewable-energy-projects106/>

Parabola vályús kollektoros hőtárolóval kombinált erőmű

**9.31. ábra - Napvályús gőzturbinás erőmű hőtároló tankokkal. Parabolic Trough Solar Plant**

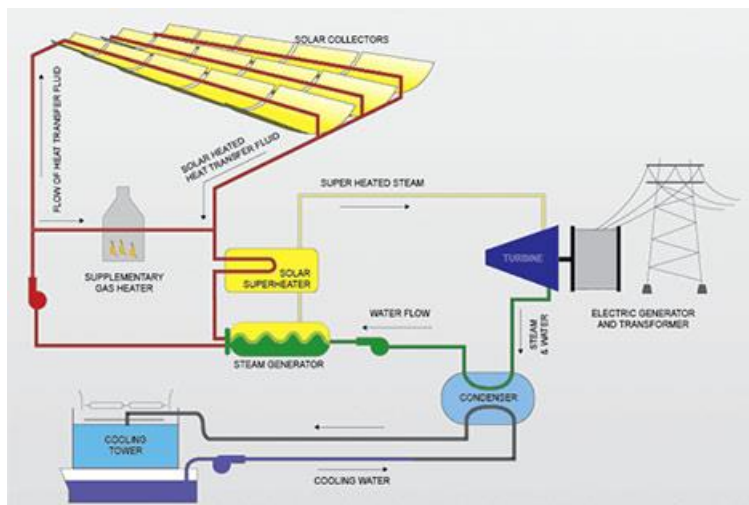


<http://inhabitat.com/worlds-largest-parabolic-trough-solar-plant-gets-1-5-billion-doe-loan/>



Parabola vályús napkollektoros gőzképzés hagyományos forrással kombináltan

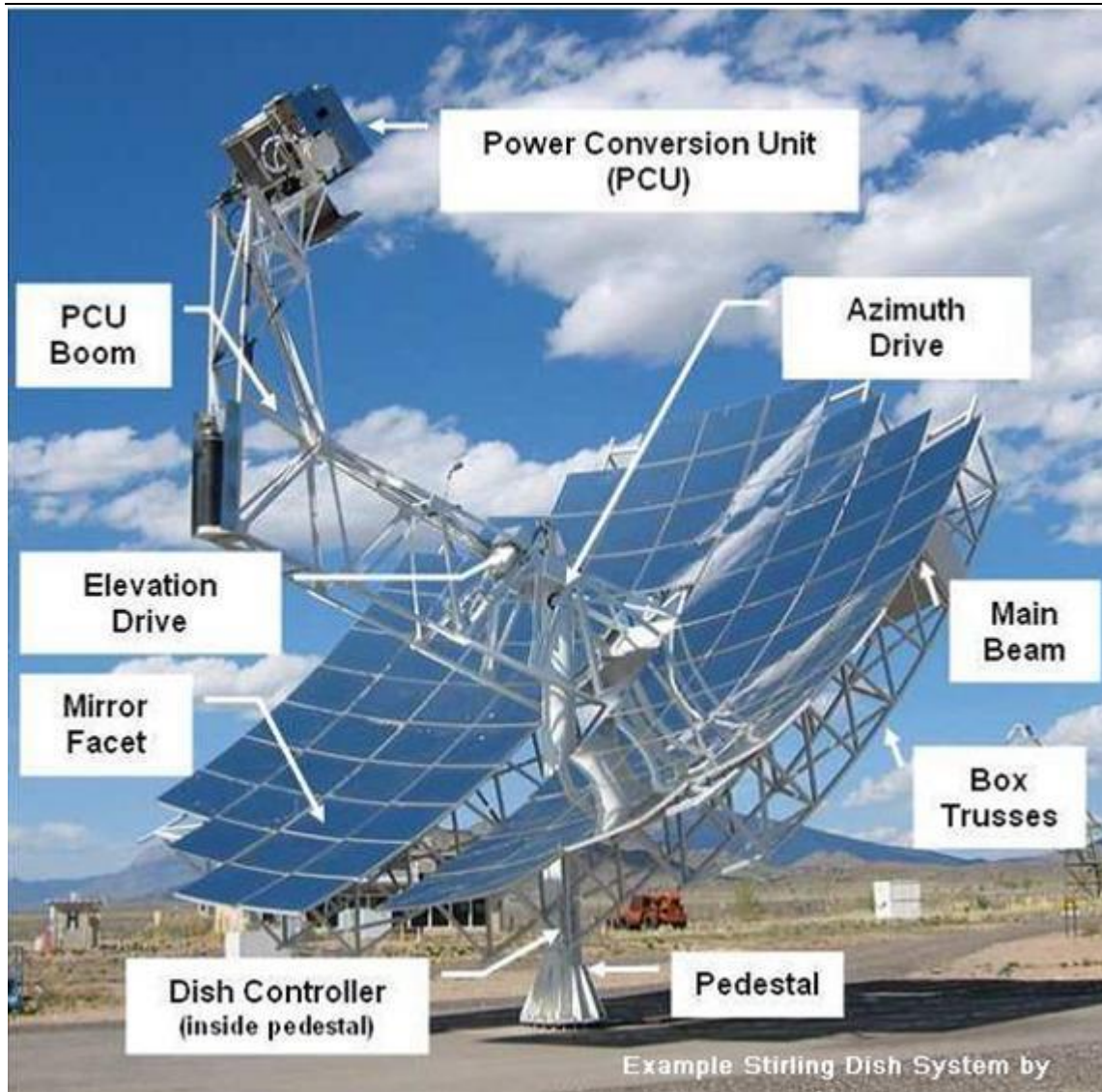
### 9.32. ábra - Napvályús gőzturbinás erőmű gázfűtés rásegítéssel. 50 MW



<http://www.treehugger.com/renewable-energy/acciona-energia-to-build-two-50-megawatt-solar-thermal-power-plants-in-spain.html>

Két Naperőmű épült fel 2011-re Palma del Rioban, Cordobában, Dél-Spanyolországban. Mindegyik 50 MW csúcsteljesítményű, éves elektromos energiatermelésük együtt 250 GWh.

### 9.33. ábra - Naptányéros naperőmű Stirling motorral



<http://nenmore.blogspot.hu/2010/01/1st-stirling-solar-power-plant-go.html>

**9.34. ábra - Több tükrös naptányéros naperőmű (Solar dish power plant) Stirling motorral**



<http://www.thestar.com/business/sciencetech/article/250043--sun-set-to-shine-on-solar>

## 8. Napelemes erőművek

A napelemek a napsugárzás elnyelését követően, fotofizikai folyamatok útján a panelben közvetlenül egyen feszültséget eredményeznek. A napelemeket három fő csoportra oszthatjuk.

- a legjobb hatásfokúak a monokristályos napelemek, ezeket követik
- a többkristályos (polikristályos, multikristályos) cellából készített napelemek és végül
- a vékonyrétegű napelemek

### 9.35. ábra - Amorfnapelem tábla



### 9.36. ábra - Monokristályos tábla



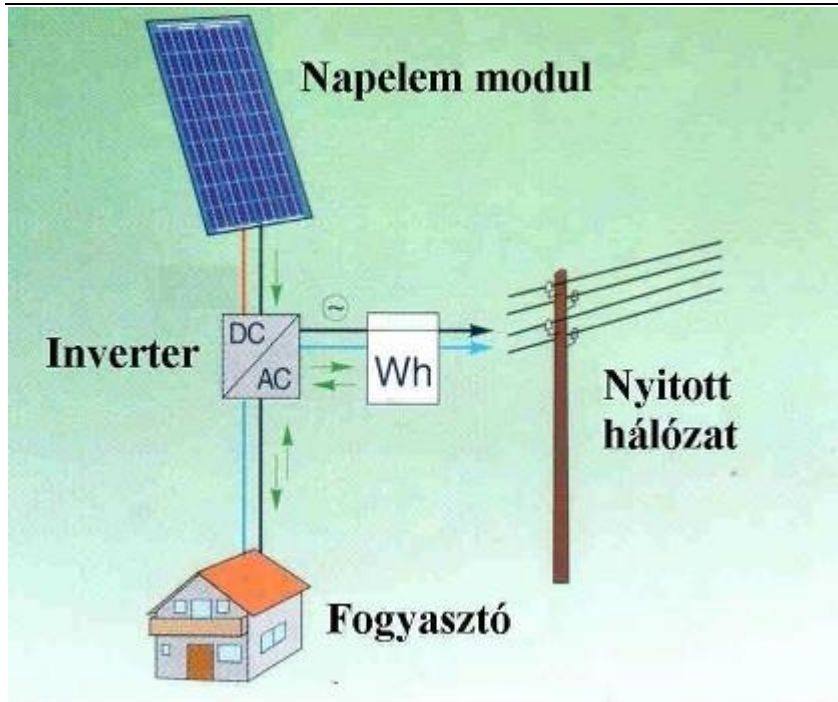
**9.37. ábra - Polikristályos tábla**



A gyakorlatban a napelemes elektromos energia termelő rendszereket mindkét üzemmódban lehet alkalmazni: hálózati betáplálásra, vagy szigetüzemi ellátásra.

**9.38. ábra - Hálózati betáplálás kapcsolása**





9.39. ábra - Szigetüzemi kapcsolás



A **napelemes erőművekben (solar photovoltaic power plant)** a napelemeket ideális esetben déli tájolással, kb. 35-45 fokos dőlésszöggel kell elhelyezni az optimális energiatermelés érdekében. A földre telepített napelemes rendszer tartószerkezete nagyon egyszerű és rendkívül időtálló fém szerkezetet jelent. Napelemes erőműbe leginkább a **monokristályos** és a **polikristályos** napelemeket célszerű beépíteni, ugyanis ezeknek a legnagyobb a hatásfoka. Egy 1 MW csúcsteljesítményű naperőmű megépítéséhez kb. 4100 darab 240 W-os napelem panelre (egy terület igénye ~5 m<sup>2</sup>) van szükség, így 1 hektár területű naperőmű 500 kW elektromos csúcsteljesítményt képes biztosítani.

A napelemek összekapcsolását nagyon sok variációban ki lehet alakítani, attól függ, hogy milyen invertereket alkalmazunk. Meg lehet oldani az egyenáram váltóárammá történő átalakítást sok kisebb teljesítményű inverterrel, vagy néhány nagyobb teljesítményű inverterrel is. A váltakozó árammal már minden szokványos villamos berendezés működtethető.

A napelemeket mezőkre osztva helyezik el a területen és ezeket a napelem mezőket kapcsolják rá az inverterekre, és ezek állítják elő a váltakozó áramot ~ 98 százalékos hatásfokkal. Az „erőmű” transzformátor állomáson keresztül csatlakozik a már meglévő nagyfeszültségű hálózatra. Ekkor nem kell foglalkozni a nappal „megtermelt” elektromos energia éjszakára történő tárolásával. Naperőműt gyakran a hegyekbe telepítik a tiszta levegő és a napsütés miatt:

9.40. ábra - Napelemekből álló „erőmű” a Francia Alpokban

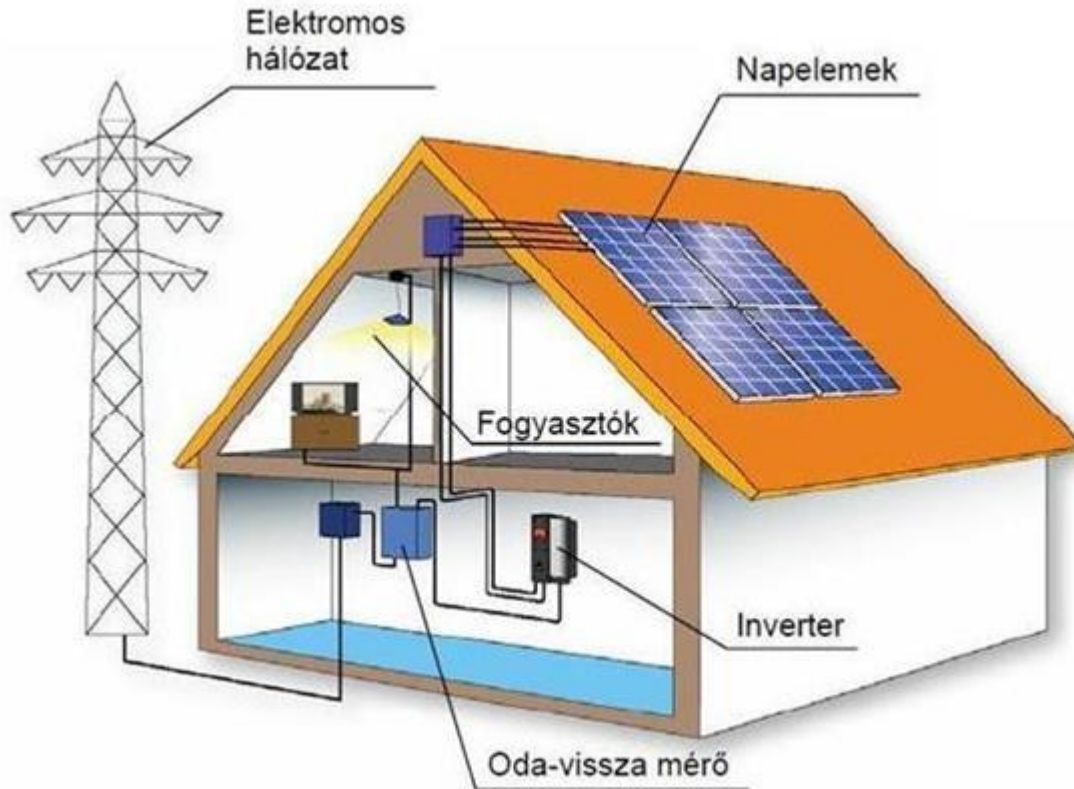


<http://www.siemens.com/press/en/presspicture/?press=/en/presspicture/pictures-photonews/2011/pn201105.php>

2011-ben a Siemens napelemekből álló „erőművet” telepített a La Colle des Mées fennsíkon a Francia Alpok közelében 112,000 napelem 70-hektáron. Csúcsteljesítmény 31 MW.

Sziget üzem esetében azonban az elektromos energia tárolását, „családi házas szinten” akkumulátorokkal oldják meg. Ezek kapacitása 200-300 Ah (6-8 személyautó akkumulátor) is kell, hogy legyen a teljesítmény felhasználás miatt. Megvalósítható oda-vissza üzem mód is.

#### 9.41. ábra - Kis teljesítményű napelemes rendszer ad-vesz üzem módban

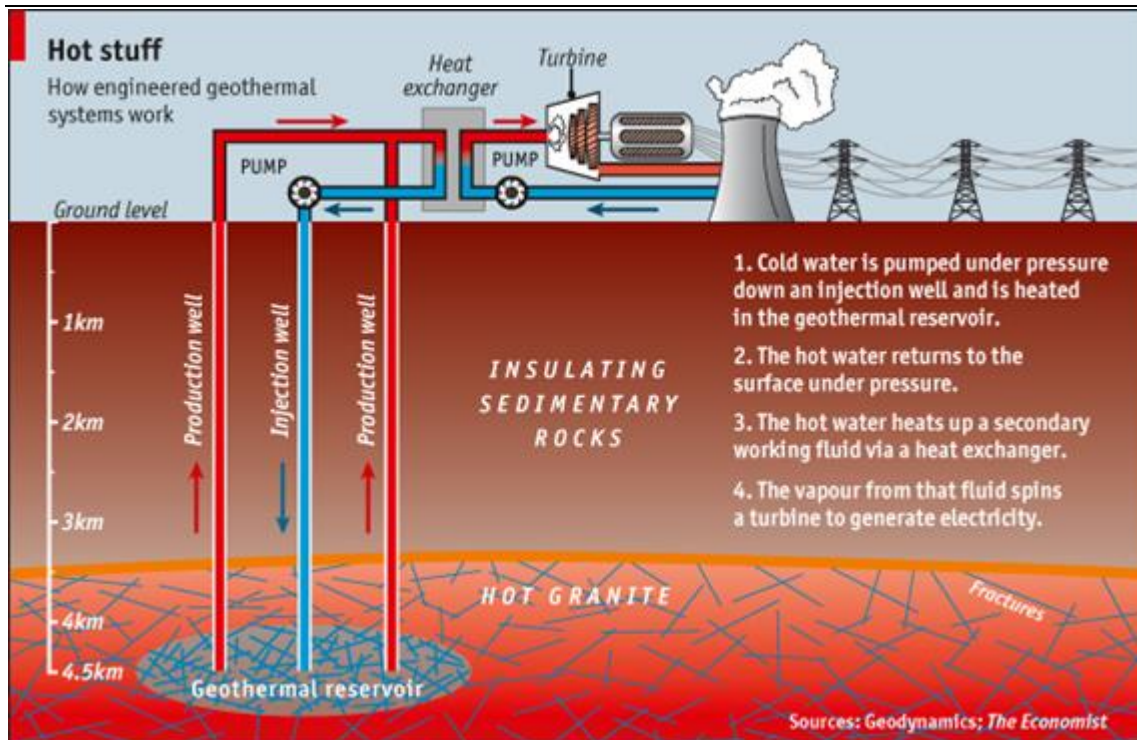


<http://www.acrux.hu/sun/napelem2.html>

## 9. ORC erőművek

A magas hőmérsékletű erőművi rendszerekhez képest, az alacsonyabb hőmérsékletű (160-300 oC, alacsony entalpiájú) hőforrásokkal sokkal kisebb elektromos teljesítményű (200 kWe-től, 2 MWe-ig) ORC kiserőműveket lehet működtetni (ORC – Organic Rankin Cycle). (Emlékeztető a magas hőmérsékletű erőművi rendszerekre: 600 oC túlhevített gőzzel működő hőerőmű, 1100 C hőmérsékletű égő gázzal működő gázturbinás erőmű, elektromos teljesítményük: 200-400 MWe). Az üzemméret miatt viszont, „helyben” megvalósítható a nagyon magas, 80 % feletti éves energetikai hatásfok **kapcsolt hő, hűtés és elektromos energia előállító rendszerként**. (CCHP - Combined Cooling and Heating Power Plant). A következő két ábra közzétett és növényi tüzelő kazán esetében mutatja ennek a megvalósulását.

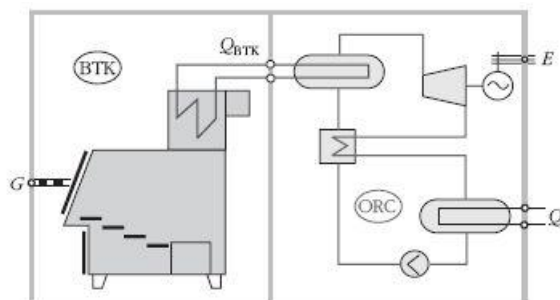
#### 9.42. ábra - Forró kőzetbe (hot rock) sajtolt vízből gőzfejlesztés, ORC erőmű számára



<http://www.economist.com/node/16909897>

Az alacsony hőmérsékletű, kis teljesítményű biomassza- erőművek számára kedvezőbb munkaközeget és hőkörfolyamatot nyújtanak a szerves Rankine-körfolyamatok. Az ORC lehet a kis teljesítményű biomassza-tüzelésű fűtőerőművek tömegesen alkalmazható típusmegoldása, amely egyszerű, és a biomassza alapú kapcsolt energiatermelést széles körben lehetővé teheti.

#### 9.43. ábra - Növényi tüzelésű termoolaj kazán adja a hőt az ORC erőmű és fűtőmű számára



8. ábra. Biomassza termoolajkazán és ORC fűtőerőmű-blokk rendszerstruktúrája.

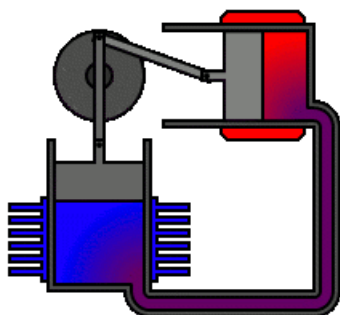
<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz1006/buki1006.html>

## 10. Stirling motoros erőmű

A **Stirling-motor** vagy más néven **hőlégmotor**, külső hőbevezetésű hőerőgép, általában dugattyús-forgattyús mechanizmussal készül. A hőátadási folyamat lehetővé teszi, hogy az összes hőerőgép közül a legjobb hatásfokot nyújtsa. Ebben a megoldásban elsősorban hőtermelés és/vagy annak felhasználása folyik, az elektromos energiatermelést pedig csak akkor „kapcsoljuk be”, amikor arra szükség van. A napsütés koncentrált hőenergiájából közvetlenül váltakozó elektromos energia előállítására képes. Ezzel alapvetően ellentétes az elektromos és a hő energia előállításának „sorrendje” a gőz-, és gázturbinás rendszerekhez képest. Ezek elsősorban elektromos energiát termelnek és „melléktermékük” lehet a fűtésre a „hulladék hő” amivel ott is lehet abszorpciós, vagy adszorpciós hűtőrendszert működtetni.

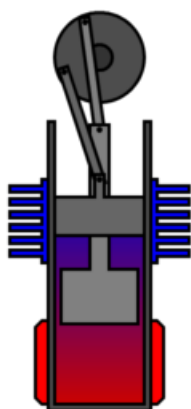
Többféle mechanikus megoldása létezik a Stirling motornak. Az következő két ábra az ún. Alfa és Béta változatot mutatja be.

#### 9.44. ábra - Alfa Stirling motor



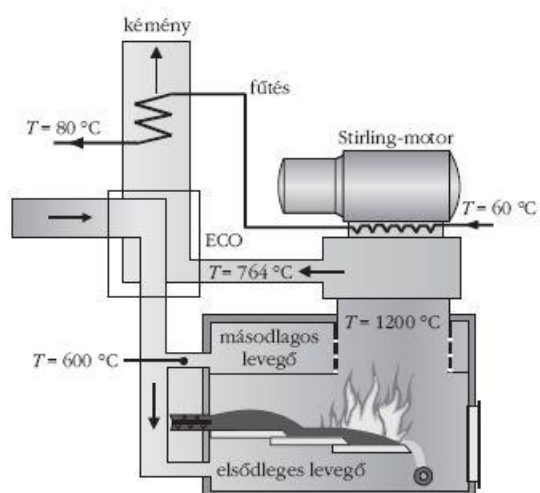
<http://www.ohio.edu/mechanical/stirling/engines/engines.html>

**9.45. ábra - Béta Stirling moto**



<http://diystirlingengine.com/>

**9.46. ábra - Növényi tüzelésű kazán és Stirling motoros fűtőerőmű struktúrája**



6. *abra.* Biomassza-tüzelésű, kapcsolt energiatermelő Stirling-motor.

<http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz1006/buki1006.html>

## 11. Elemek, akkumulátorok



A **primer galvánelemek** olyan kémiai áramforrások, amelyekben az áram termeléskor a két, elektrolitba merülő, különböző elektródpotenciálú elektród felszínén egymástól térben elválasztott irreverzibilis oxidációs és redukációs reakciók játszódnak le. Ezekben a galváncellákban a redoxi reakciók kémiai energiája elektromos energiává alakul. Energia sűrűség (egységek: Ah/kg=C/kg)

3. Táblázat. Különböző anyagi felépítésű elemek közül a „legerősebbek” adatait foglalja össze.

| Elemek (Primer telepek)                     | U (V) | Kapacitás (Ah) | Súly (kg) | Méret átmérő-magasság (mm) | Ah/kg |
|---------------------------------------------|-------|----------------|-----------|----------------------------|-------|
| Cink klorid/szén cink elem                  | 1,5   | 7,3            | 0,095     | 34-61                      | 76,8  |
| Ezüstoxid gombelem                          | 1,55  | 0,165          | 0,030     | 11-5                       | 5,5   |
| Higany gombelem                             | 1,35  | 2,8            | 0,030     | 14-48                      | 93,3  |
| Litium (LiMnO <sub>2</sub> )                | 3     | 1,3            | 0,017     | 17-34                      | 76,5  |
| Litium mangándioxid (LiMnO <sub>2</sub> )   | 1,5   | 2,5            | 0,014     | 17-54                      | 178,6 |
| Litium kéndioxid (LiSO <sub>2</sub> )       | 2,9   | 34             | 0,300     | 41-140                     | 113,3 |
| Litium tionil klorid (LiSOCl <sub>2</sub> ) | 3,6   | 7,2            | 0,050     | 26-50                      | 144,0 |

Az **akkumulátorok** (szekunder galvánelemek) a kémiai áramforrások (segítségükkel a villamos energia termelése kémiai anyagok átalakulása révén történik) azon csoportja, amelyekben az átalakulás megfordítható, azaz villamos áram bevezetésével a kémiai anyagok visszaalakíthatók eredeti állapotukba, az áram termeléskor átalakult anyagok ellentétes irányú áram átbocsátásával regenerálhatók. („töltés”, „kisütés”). **Energia sűrűség** (egységek: Ah/kg=C/kg).

4. Táblázat. Különböző anyagi felépítésű akkumulátorok műszaki adatai.

| Akkumulátorok (szekunder galvánelemek)    | U (V) | Kapacitás (Ah) | Súly (kg) | (Ah/kg) |
|-------------------------------------------|-------|----------------|-----------|---------|
| Ólom, vagy savas akkumulátor              | 2,0   | 9,0            | 2,0       | 4,5     |
| Oxigénrekombinációs, zárt ólomakkumulátor | 2,0   | 9,0            | 1,5       | 6,0     |
| Nikkel-kadmium akkumulátor (NiCd)         | 1,2   | ----           | -----     |         |
| Nikkel metál-hidrid akkumulátorok (NiMH)  | 1,2   | 14             | 0,275     | 50,9    |
| Lítium-ion akkumulátor (Li-ion)           | 3,7   | 10             | 0,380     | 26,3    |
| Lítium-polimer akkumulátor (Li-polymer)   | 3,7   | 2,5            | 0,1       | 25,0    |

## 12. Energia cella (tűzelőanyagcella)

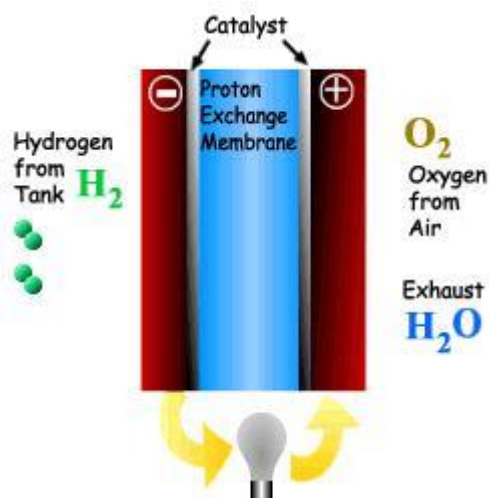
Az **tűzelőanyagcellák** az elemekhez hasonlóan vegyi reakciókkal közvetlenül elektromosságot állítanak elő, és **mindaddig üzemelnek**, amíg az „üzemanyagot” (**hidrogén, metán, metanol**) beletöltjük. Hidrogénből a reakció során **víz** lesz, a szénhidrogén vegyületekből emellett **széndioxid** is képződik. Az üzemanyagcellának az előnye az akkumulátorokhoz képest, hogy pillanatok alatt utántölthető, és hogy várhatóan lehetséges lesz a jelenlegi akkumulátoroknál sokkal nagyobb kapacitásút előállítani. Ezért gyakorlatilag **korlátlan a cella élettartama**, ami környezetvédelmi szempontból fontos.

Az üzemanyag cella a következő részekből áll:

1. Két elektródából (anódból és katódból)
2. Katalizátorból, mely a két elektróda egymás felé néző oldalán található
3. Elektrolitból (membránból), mely lehet szilárd vagy folyékony halmazállapotú

A következő ábrán az egyik legelterjedtebb, úgynevezett **protoncserélő membrános üzemanyag cella** elvi rajza látható.

**9.47. ábra - A protoncserélő membrános üzemanyag cella elvi rajza**



Az alkalmazás terén két fő irány látszik, az egyik a **közlekedés**, a másik a **hordozható elektronikus eszközök áramforrással** történő ellátása.

5. Táblázat. Különböző üzemanyag cellák összehasonlítása

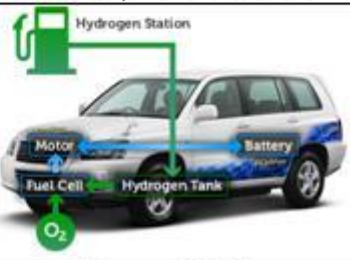
| Típusa                   | Elektrolit/polimer elektrolit membrán | Működési hőmérséklet | Elektromos hatásfok               | Üzemanyag                                                                        |
|--------------------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| AFC (alkáli)             | 30 % KOH oldat, gél                   | 80 °C                | elméleti: 70%<br>gyakorlati: 62%  | - tiszta H <sub>2</sub> - O <sub>2</sub>                                         |
| PEMFC                    | protonáteresztő membrán               | 80 °C                | elméleti: 68%,<br>gyakorlati: 50% | - tiszta H <sub>2</sub> - O <sub>2</sub> - levegő                                |
| DMFC (direkt metanol)    | protonáteresztő membrán               | 80 - 130 °C          | elméleti: 30%,<br>gyakorlati: 26% | - metanol,                                                                       |
| PAFC (foszfor-savas)     | tömény foszforsav                     | 200 °C               | elméleti: 65%,<br>gyakorlati: 60% | - tiszta H <sub>2</sub> - O <sub>2</sub> - levegő                                |
| MCFC (alkáli-karbonátsó) | lítium-karbonát, kálium-karbonát      | 650 °C               | elméleti: 65%<br>gyakorlati: 62%  | - H <sub>2</sub> - földgáz<br>- széngáz, - biogáz, - levegő,<br>- O <sub>2</sub> |
| SOFC (oxid-kerámia)      | yttrium-cirkon oxidkerámia            | 800 - 1000 °C        | elméleti: 65%<br>gyakorlati: 62%  | - H <sub>2</sub> - földgáz<br>- széngáz, - biogáz, - levegő,                     |

|  |  |  |  |                  |
|--|--|--|--|------------------|
|  |  |  |  | - O <sub>2</sub> |
|--|--|--|--|------------------|

**Üzemanyagcellás gépkocsik (FCEV) (TOYOTA, Nissan Motor Co.,) létrehozása egyszerre tette szükségessé a következő fejlesztéseket:**

- nagy teljesítményű, kis tömegű, térfogatú üzemanyagcella létrehozása
- nagy motor teljesítményű (90 kW) és nyomatékú (260 Nm) villanymotor és generátor létrehozása. A motor egyben generátorként is működik, és fékezéskor elektromos energiát termel, amit a nagy töltés tárolással bíró akkumulátor tartalékol.
- nagy töltés tárolással, magas kisütő és töltő árammal bíró akkumulátor,
- egy elektromos vezérlő egységet, amely a DC/AC konvertálást végzi a villanymotor számára és DC/DC átalakítást és AC/DC átalakítást a generátor által termelt elektromos energia tárolásához az akkumulátorban az akkumulátor töltésére.
- nagy 70 MPa nyomást bíró tartályt a hidrogén tárolására.

#### 9.48. ábra - A Toyota üzemanyagcellás változatához szükséges főbb elemek

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |
| Membrános üzemanyag cella                                                           | Akkumulátor                                                                          |
|  |  |
| Motor, generátor, Teljesítmény: 90 kW; Nyomaték: 260 Nm                             | Elektronikus vezérlő, DC/AC, AC/DC, átalakító, AC/AC illesztő                        |
|  |  |
| 27 MPa nyomású hidrogén tartály                                                     | Toyota FCHV                                                                          |

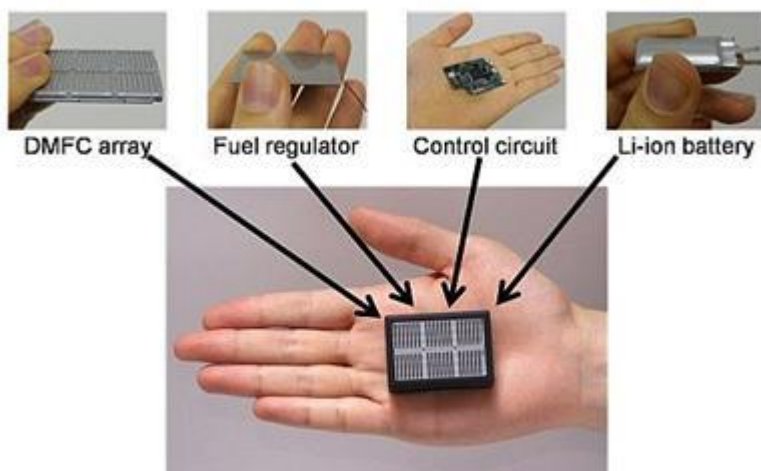
[http://www.toyota-global.com/innovation/environmental\\_technology/fuelcell\\_vehicle/](http://www.toyota-global.com/innovation/environmental_technology/fuelcell_vehicle/)

**Hordozható elektronikus eszközök áramforrással történő ellátása céljából metanolos üzemanyagcellákat hoztak létre:**

#### 9.49. ábra - Üzemanyagcella „feltöltése” metilalkohollal



**9.50. ábra - Kisméretű üzemanyagcella**



## 13. Kérdések

- 9.1. Fogalmazza meg a Faraday-féle indukciós törvényt!
- 9.2. Ismertesse egy generátor felépítését!
- 9.3. Ismertesse egy akkumulátor cella felépítését!
- 9.4. Ismertesse egy akkumulátor felépítését, „működését”!
- 9.5. Ismertesse egy széntüzelésű erőmű főbb blokkjait, adja meg az elektromos energiatermelés hatásfokát!
- 9.6. Hasonlítsa össze a hagyományosan csak elektromos energiát, valamint kapcsoltan villamos energiát és hőt termelő (CHP) erőműveket éves energetikai hatásfok szempontjából!



- 9.7. Ismertesse egy kombinált ciklusú gázturbinás erőmű főbb blokkjait, adja meg az elektromos energiatermelés hatásfokát!
- 9.8. Mit jelent ez a kifejezés: „Zéró emisszójú erőművek”?
- 9.9. Sorolja fel a széndioxid megfogás lehetséges eseteit!
- 9.10. Sorolja fel a széndioxid leválasztás lehetséges eseteit!
- 9.11. Sorolja fel a széndioxid tárolás lehetséges eseteit!
- 9.12. Adja meg az atomerőművek technológiai csoportosítását!
- 9.13. Ismertesse a Paksi Atomerőmű egy reaktor blokkjának felépítését!
- 9.14. Sorolja fel az a hat rendszert, amelyek a IV. generációs atomerőművek fejlesztendő csoportjába tartoznak!
- 9.15. Ismertesse a gázhűtésű gyorsreaktor legfontosabb paramétereit!
- 9.16. Ismertesse a ólomhűtésű gyorsreaktor legfontosabb paramétereit!
- 9.17. Ismertesse a sóolvadék közegű reaktor legfontosabb paramétereit!
- 9.18. Ismertesse a nátrium hűtésű gyorsreaktor legfontosabb paramétereit!
- 9.19. Ismertesse a szuperkritikus vízhűtésű reaktor legfontosabb paramétereit!
- 9.20. Ismertesse a nagyon magas hőmérsékletű reaktor legfontosabb paramétereit!
- 9.21. Sorolja fel a vízerőmű előnyeit, hátrányait!
- 9.22 Ismertesse a világon az elmúlt évtizedben felépült nagy vízerőművek mekkora elektromos teljesítményűek!
- 9.23 Ismertesse a világon az elmúlt évtizedben felépült nagy szélenergia-termelő mekkora elektromos teljesítményűek!
- 9.24 Ismertesse az olvadt kőszént alkalmazó, hőátvitel, mozgatható síktükörös, tornyos naperőmű felépítését és elektromos energia termelését!
- 9.25. Ismertesse a parabola vályús kollektor rendszerű naperőmű felépítését és elektromos energia termelését!
- 9.26. Ismertesse a parabola vályús kollektoros hőátvitel kombinált naperőmű felépítését és elektromos energia termelését!
- 9.27. Ismertesse a parabola vályús napkollektoros gőzképzés gáztüzeléssel kombinált felépítését és elektromos energia termelését!
- 9.28. Ismertesse a naptányéros Stirling motoros naperőmű felépítését és elektromos energia termelését!
- 9.29. Ismertesse a napelemek felépítésének három fő csoportját!
- 9.30. Milyen műszaki elemeket kell tartalmaznia egy napelemes rendszernek, ha hálózati betáplálásra, vagy szigetüzemi ellátásra tervezték?
- 9.31. Hogyan valósítható meg alacsony hőmérsékletű hőforrásokkal nagyon jó elektromos hatásfok, ha ORC erőművet működtetünk?
- 9.32. Mit értünk az alatt, hogy a Stirling-motor külső hőbevezetésű hőerőgép?
- 9.33. Jellemezze a primer galvánelemeket, mint kémiai áramforrásokat!
- 9.34. Jellemezze az akkumulátorokat, mint kémiai áramforrásokat!
- 9.34. Jellemezze az üzemanyagcellákat, mint kémiai áramforrásokat!

9.35. Adja meg, hogy milyen főbb blokkokból épül fel egy üzemanyagcellás gépkocsi?

## 14. Tesztek

**9.1. Ismertesse egy kombinált ciklusú gázturbinás erőmű főbb blokkjait, adja meg az elektromos energiatermelés hatásfokát!**

9.1.a Gázturbina, gázkazán, gőzturbina 41-42 %

9.1.b Gázturbina, turbináról „lejövő” gázfűtésű gőzfejlesztő, gőzturbina. 59-61 %

9.1.c Gázturbina, gázkazán, gőzturbina 59 %

**9.2. Mit jelent ez a kifejezés: „Zéró emissziójú erőművek”?**

9.2.a A „Zéró emissziójú erőművek” a következő technikákat alkalmazhatják külön-külön, vagy együttesen ahhoz, hogy az erőműi rendszer széndioxid kibocsátása nulla legyen: széndioxid megfogás, leválasztás, tárolás, és/vagy felhasználás.

9.2.b A „Zéró emissziójú erőmű” fogalom a széndioxid megfogását és földalatti üregekben, vagy a tenger mélyén történő tárolását jelenti

9.2.c A „Zéró emissziójú erőmű” fogalom az jelenti, hogy nincs oxidáció a rendszer működtetése során, ezért széndioxid kibocsátás sincs

**9.3. Sorolja fel a széndioxid leválasztás lehetséges eseteit!**

9.3.a A széndioxid megfogás lehetséges esetei: Alacsony szénhidrogén tartalmú tüzelőanyag használata; szűrőkön történő füstgáz átbocsátás, „kémény nélküli erőmű” építése.

9.3.b A széndioxid megfogás lehetséges esetei: Alacsony széndioxid kibocsátású kazánok építése, kondenzációs rendszer kiépítése, a kémény föld alá vezetése.

9.3.c A széndioxid megfogás lehetséges esetei: tüzelés után: füstgáztisztítás; tüzelés előtt: tüzelőanyag átalakítás; oxyfuel technológia (csak oxigén bevezetése a tüztérbe).

**9.4. Sorolja fel a széndioxid tárolás lehetséges eseteit!**

9.4.a A széndioxid tárolás lehetséges esetei: óceánokban, palackozva szénsavas üdítő italok készítése céljából.

9.4.b A széndioxid tárolás lehetséges esetei: óceánokban, geológiai formációkban; karbonátos ásványokban

9.4.c A széndioxid tárolás lehetséges esetei: óceánokban, nagy tartályokban üvegházak széndioxid trágyázása céljából

**9.5. Adja meg az atomerőművek technológiai csoportosítását!**

9.5.a Az atomerőművek technológiai csoportosítása: könnyűvíz moderátoros, nehézvíz moderátoros, grafitmoderátoros reaktorok, gyorsreaktorok.

9.5.b Az atomerőművek technológiai csoportosítása: nyomottvizes, nem nyomottvizes, gázhűtésű, golyóágyas reaktorok.

9.5.c Az atomerőművek technológiai csoportosítása: tenyészt reaktorok, kis atomreaktorok, közepes atomreaktorok

**9.6. ismertesse a Paksi Atomerőmű egy reaktor blokkjának felépítését!**

9.6.a A Paksi Atomerőmű egy reaktor blokkjához, egy vízköréhez a következő elemek tartoznak: reaktor tartály, cirkulációs pumpa, gőzfejlesztő, gőzturbinák, gőzkondenzátor primer köre, elektromos generátor, a Duna hűtővize.

9.6.b A Paksi Atomerőmű egy reaktor blokkjához a következő műszaki elemek tartoznak: első vízkör: reaktor tartály, cirkulációs pumpa, gőzfejlesztő primer köre. Második kör: gőzfejlesztő szekunder köre, gőzturbinák, gőzkondenzátor primer köre. Elektromos generátor. Harmadik vízkör: gőzkondenzátor szekunder köre, amelynek hűtővizet a Duna vize

9.6.c A Paksi Atomerőmű egy reaktor blokkjához a következő műszaki elemek tartoznak: Első vízkör: Reaktor tartály, cirkulációs pumpa, gőzfejlesztő. Második kör: gőzturbinák, gőzkondenzátor, elektromos generátor, Duna vize

**9.7. Ismertesse az olvadt kősót alkalmazó, hőtárolós, mozgatható síktükrös, tornyos naperőmű felépítését és elektromos energia termelését!**

9.7.a Az olvadt kősót alkalmazó naperőmű főbb elemei a következők: mozgatható síktükrös reflektor rendszer, torony a gőzfejlesztés számára, hőtároló tartály, gőzturbinák, generátorok.

9.7.b Az olvadt kősót alkalmazó naperőmű főbb elemei a következők: mozgatható síktükrös reflektor rendszer, torony a kősó megolvasztására, gőzfejlesztők, gőzturbinák, generátorok.

9.7.c Az olvadt kősót alkalmazó naperőmű főbb elemei a következők: mozgatható síktükrös reflektor rendszer, torony a kősó megolvasztására, hőtároló tartály olvadt só számára, gőzfejlesztők, gőzturbinák, generátorok.

**9.8. Ismertesse a parabola vályús kollektor rendszerű naperőmű felépítését és elektromos energia termelését!**

9.8.a A parabola vályús kollektor rendszerű naperőmű felépítése a következő: Vízszintes tengely körül forgatható parabola vályús reflektor, Túlhevített vízgőzt tartalmazó vízszintes csőrendszer, csatlakozva a gőzturbinához, generátor.

9.8.b A parabola vályús kollektor rendszerű naperőmű felépítése a következő: Vízszintes tengely körül forgatható parabola vályús reflektor, Magas forráspontú folyadékot tartalmazó vízszintes csőrendszer, csatlakozva a hőcserélő gőzfejlesztőhöz, gőzfejlesztő, gőzturbina, generátor.

9.8.c A parabola vályús kollektor rendszerű naperőmű felépítése a következő: Vízszintes tengely körül forgatható parabola vályús reflektor, vízszintes csőrendszer a gőzfejlesztés céljára, generátor.

**9.9. Ismertesse a naptányéros Stirling motoros naperőmű felépítését és elektromos energia termelését!**

9.9.a A naptányéros Stirling motoros naperőmű felépítése a következő: két dimenziós forgató rendszeren elhelyezkedő parabola tükör, Stirling motor

9.9.b A naptányéros Stirling motoros naperőmű felépítése a következő: parabola tükör, Stirling motor

9.9.c A naptányéros Stirling motoros naperőmű felépítése a következő: nagyon sok síktükrőből álló parabola tükör, Stirling motor

**9.10. Ismertesse a napelemek felépítésének három fő csoportját!**

9.10.a A napelemek struktúrájuk szerint a következők lehetnek: monokristályos napelemek, sík napelemek, vékonyrétegű napelemek

9.10.b A napelemek struktúrájuk szerint a következők lehetnek: monokristályos napelemek, polimer napelemek, vékonyrétegű napelemek

9.10.c A napelemek struktúrájuk szerint a következők lehetnek: amorf napelemek, monokristályos napelemek, polikristályos napelemek, vékonyrétegű napelemek

**9.11. Milyen műszaki elemeket kell tartalmaznia egy napelemes rendszernek, ha hálózati betáplálásra tervezték?**

9.11.a Egy napelemes rendszernek, ha hálózati betáplálásra tervezték a műszaki elemeket kell tartalmaznia: Napelem, DC-AC inverter, transzformátor állomás

9.11.b Egy napelemes rendszernek, ha hálózati betáplálásra tervezték a műszaki elemeket kell tartalmaznia: Napelem, AC-DC konverter, transzformátor állomás

9.11.c Egy napelemes rendszernek, ha hálózati betáplálásra tervezték a műszaki elemeket kell tartalmaznia: Napelem, inverter/ konverter, transzformátor állomás

### 9.12. Adja meg, hogy milyen főbb blokkokból épül fel egy üzemanyagcellás gépkocsi?

9.12.a Egy üzemanyagcellás gépkocsi a következő főbb blokkokból épül fel: villanymotor, generátor, akkumulátor, elektromos vezérlő egység, DC/AC konverter, AC/DC átalakító, PB-tartály, reduktor

9.12.b Egy üzemanyagcellás gépkocsi a következő főbb blokkokból épül fel: üzemanyagcella, villanymotor és generátor, akkumulátor, elektromos vezérlő egység, DC/AC konverter, AC/DC átalakító, hidrogéntartály, reduktor

9.12.c Egy üzemanyagcellás gépkocsi a következő főbb blokkokból épül fel: üzemanyagcella, villanymotor, generátor, akkumulátor, DC/AC konverter, AC/DC átalakító, hidrogéntartály, reduktor

## 15. Megoldáskód a 9-es témához

|     |          |     |          |     |          |      |          |
|-----|----------|-----|----------|-----|----------|------|----------|
| 9.1 | <b>b</b> | 9.4 | <b>b</b> | 9.7 | <b>c</b> | 9.10 | <b>c</b> |
| 9.2 | <b>a</b> | 9.5 | <b>a</b> | 9.8 | <b>b</b> | 9.11 | <b>a</b> |
| 9.3 | <b>c</b> | 9.6 | <b>b</b> | 9.9 | <b>a</b> | 9.12 | <b>b</b> |

## 16. Hivatkozások

[9.1]Kondenzációs és CHP erőművek energiatermelésének sémája.  
[http://www.undp.hu/oss\\_hu/tartalom/kiadvanyh/kiadvanyh\\_body/csinajukjol/szam06/szam06\\_body/06\\_2fej\\_elmei/06\\_2fej\\_body.htm](http://www.undp.hu/oss_hu/tartalom/kiadvanyh/kiadvanyh_body/csinajukjol/szam06/szam06_body/06_2fej_elmei/06_2fej_body.htm)

[9.2]Mátrai Erőmű Zrt <http://www.mert.hu/hu>

[9.3]Pécsi Erőmű. Gőzturbina 50 MW-os generátor <http://biomassza-pannonpower.dalkia.com/text/a-biomassza-eromu/kazan/> (Lásd: 187)

[9.4]Kombinált ciklusú gázturbinás és gőzturbinás erőmű (KCE) blokk-sémája  
<http://szegedma.hu/hir/szeged/2011/02/a-szegedi-gazeromu-greenpeace-forum-fotok.html> (Lásd: 192)

[9.5]Molnár Dávid: A villamos energia előállításának módjai <http://molnardavid.uw.hu/kombinalt.html>

[9.6]Széndioxid megfogás technológiai széntüzelésű kazánok esetében  
[http://energia.bme.hu/~kaszas/Energetika II/2012\\_hf/beadott/Miholics\\_Gabor\\_javitott.pdf](http://energia.bme.hu/~kaszas/Energetika%20II/2012_hf/beadott/Miholics_Gabor_javitott.pdf) (Lásd: 194.)

[9.7]Széndioxid tárolási lehetőségek <http://www.blog.thesietch.org/2008/07/14/could-carbon-capture-be-the-next-cash-cow/> (Lásd: 195)

[9.8]Szén elgázosítás, széndioxid megfogás és felhasználás olajkútnál  
<http://www.policymeasures.com/measures/detail/carbon-capture-and-storage/> (Lásd: 196)

[9.9]Sleipner A-projekt: Széndioxid sós vizes aquiferben történő tárolására fejlesztett berendezések az Északi-tengeren, Norvég <http://www.origo.hu/tudomany/20080530-a-britek-es-a-ccstechnologia-a-fold-alatt-tarolhato-a.html> (Lásd: 197.)

[9.10]Atomerőművek listája: [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_nuclear\\_reactors](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_nuclear_reactors)

[9.11]Atomerőmű <http://molnardavid.uw.hu/atomeromu.html>



- [9.12]Nyomott vizes reaktor atomerőműben.  
<http://users.atw.hu/limbo/elemek/erettsegi/fizika/fizkozepszobeli/fizkozepszobeli.htm> (Lásd: 198)
- [9.13]Paksi Atomerőmű blokk-sémája és működése  
[http://dortje.freeblog.hu/archives/2007/12/02/A\\_Paksi\\_atomeromu\\_mukodese\\_-\\_ertheto\\_flash/](http://dortje.freeblog.hu/archives/2007/12/02/A_Paksi_atomeromu_mukodese_-_ertheto_flash/) (Lásd: 199)
- [9.14]Paksi Atomerőmű egy reaktora és a hozzá csatlakozó hőcserélők sematikus rajza  
<http://users.atw.hu/limbo/elemek/erettsegi/fizika/fizkozepszobeli/fizkozepszobeli.htm> (Lásd: 200.)
- [9.15]Paksi Atomerőmű turbina és generátor terme [http://mta.hu/tudomany\\_hirei/a-tudomany-a-fenntarthato-atomennergiaert-126851/](http://mta.hu/tudomany_hirei/a-tudomany-a-fenntarthato-atomennergiaert-126851/) (Lásd: 201)
- [9.16]Üzemanyag kazetta reaktorba [http://infovilag.hu/hir-15362-uj\\_nemzedeku\\_nuklearis\\_uzemanyag\\_paksnak.html](http://infovilag.hu/hir-15362-uj_nemzedeku_nuklearis_uzemanyag_paksnak.html) (Lásd: 202)
- [9.17]Gázhűtésű gyorsreaktor [http://en.wikipedia.org/wiki/Gas-cooled\\_fast\\_reactor](http://en.wikipedia.org/wiki/Gas-cooled_fast_reactor) (Lásd: 203)
- [9.18]Ólomhűtésű gyorsreaktor [http://en.wikipedia.org/wiki/Lead-cooled\\_fast\\_reactor](http://en.wikipedia.org/wiki/Lead-cooled_fast_reactor) (Lásd: 204.)
- [9.19] Sólóvadék közegű reaktor [http://en.wikipedia.org/wiki/Molten\\_salt\\_reactor](http://en.wikipedia.org/wiki/Molten_salt_reactor) (Lásd: 205)
- [9.20]Nátrium hűtésű gyorsreaktor [http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium-cooled\\_fast\\_reactor](http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium-cooled_fast_reactor) (Lásd: 206)
- [9.21] Szuperkritikus vízhűtésű reaktor [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Supercritical-Water-Cooled\\_Reactor.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Supercritical-Water-Cooled_Reactor.svg) (Lásd: 207.)
- [9.22]Nagyon magas hőmérsékletű reaktor  
[http://blogs.princeton.edu/chm333/f2006/nuclear/2007/01/the\\_very\\_high\\_temperature\\_reactor\\_vhtr.html](http://blogs.princeton.edu/chm333/f2006/nuclear/2007/01/the_very_high_temperature_reactor_vhtr.html) (Lásd: 208)
- [9.23]Víz-erőművek. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Víz-erőmű>
- [9.24]Dúzzasztómű, víz-erőmű blokk-sémája  
[http://www.daviddarling.info/encyclopedia/H/AE\\_hydroelectric\\_power.html](http://www.daviddarling.info/encyclopedia/H/AE_hydroelectric_power.html) (Lásd: 209)
- [9.25]Víz-erőmű vázlata  
[http://www.nbpower.com/html/en/safety\\_learning/learning/electricity\\_generated/hydro/hydro.html](http://www.nbpower.com/html/en/safety_learning/learning/electricity_generated/hydro/hydro.html) (Lásd: 210)
- [9.26]Három-szurdok Erőmű (Kína ) duzzasztója (Three Gorges Dam)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Three\\_Gorges\\_Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam) (Lásd: 211)
- [9.27]Épülőfélben lévő nagy víz-erőművek <http://hu.wikipedia.org/wiki/Víz-erőmű>
- [9.28]Európa kontinentális és tengeri szél-erő térképe <http://www.alternative-energy-news.info/technology/wind-power/wind-turbines/> (Lásd: 212)
- [9.29]Egy szél generátor szerkezeti felépítése. [http://www.wwindea.org/technology/ch01/en/1\\_2.html](http://www.wwindea.org/technology/ch01/en/1_2.html)
- [9.30]Vízszintes tengelyű szél-erőművek gyártói és legnagyobb teljesítményű rendszerei  
([http://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_turbine](http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_turbine) ) (Lásd: 2. Táblázat.)
- [9.31]Solar Power Tower. <http://www.alternativeenergyprimer.com/Solar-Power-Tower.html> (Lásd: 214)
- [9.32]Napvályús naperőmű. <http://www.heatingoil.com/blog/water-hindering-renewable-energy-projects106/>  
(Lásd: 215)
- [9.33]Napvályús gőzturbinás erőmű hőtároló tankokkal. <http://inhabitat.com/worlds-largest-parabolic-trough-solar-plant-gets-1-5-billion-doe-loan/> (Lásd: 216)
- [9.34]Napvályús gőzturbinás erőmű gázfűtés rásegítéssel. 50 MW. <http://www.treehugger.com/renewable-energy/acciona-energia-to-build-two-50-megawatt-solar-thermal-power-plants-in-spain.html> (Lásd: 217)

[9.35]Naptányéros naperőmű Stirling motorral <http://nenmore.blogspot.hu/2010/01/1st-stirling-solar-power-plant-go.html> (Lásd: 218)

[9.36]Több tükrös naptányéros naperőmű (solar dish power plant) Stirling motorral <http://www.thestar.com/business/sciencetech/article/250043--sun-set-to-shine-on-solar> (Lásd: 219)

[9.37]Monokristályos és polikristályos napelemek [http://napelem.net/napelemes\\_rendszer/monokristalyos\\_polikristalyos\\_napelem.php](http://napelem.net/napelemes_rendszer/monokristalyos_polikristalyos_napelem.php) (Lásd: 189)

[9.38]Siemens Napelem „erőmű” a La Colle des Mées fennsíkon a Francia Alpok 2011 <http://www.siemens.com/press/en/presspicture/?press=/en/presspicture/pictures-photonews/2011/pn201105.php> (Lásd: 225)

[9.39]Kis teljesítményű napelemes rendszer. <http://www.acrux.hu/sun/napelem2.html> (Lásd: 226)

[9.40]Forró közetbe sajtolt vízből gőzfejlesztés, ORC erőmű számára <http://www.economist.com/node/16909897> (Lásd: 227)

[9.41]Növényi tüzelésű termoolaj kazán biztosít hőt az ORC erőmű és fűtőmű számára <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz1006/buki1006.html> (Lásd: 228)

[9.42]Alfa Stirling motor. <http://www.ohio.edu/mechanical/stirling/engines/engines.html> (Lásd: 229)

[9.43]Növényi tüzelésű kazán és Stirling motoros fűtőerőmű struktúrája <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz1006/buki1006.html> (Lásd: 231)

[9.44]Toyota üzemanyagcellás változatához szükséges főbb elem [http://www.toyota-global.com/innovation/environmental\\_technology/fuelcell\\_vehicle/](http://www.toyota-global.com/innovation/environmental_technology/fuelcell_vehicle/) (Lásd: 233)

---

# 10. fejezet - Az épített környezet anyagainak gyártása

Az épített környezet anyagai napjainkban már túlnyomó többségben mesterségesek. Ez a fejezet az előállított anyagok közül a legfontosabbakat a környezetünkben épített műtárgyakban történő alkalmazásának a sorrendjében mutatja be.

## 1. Építőanyagok osztályozása

ÉPÍTŐANYAGOK I (BMEEOEMAT12) Dr. Balázs L. György

[http://www.epito.bme.hu/eat/oktatas/feltoltesek/BMEEOEMAT12/epitoanyagok\\_az\\_epites\\_folyaman.pdf](http://www.epito.bme.hu/eat/oktatas/feltoltesek/BMEEOEMAT12/epitoanyagok_az_epites_folyaman.pdf)

### 1.1. Természetben fellelhető építőanyagok

1. kő (nagy nyomó-, de kis húzószilárdság)
2. fa (közel azonos húzó- és nyomószilárdság)
3. indák (nagy húzószilárdság)

### 1.2. Mesterséges építőanyagok

1. vályogtégla, égetett téglá, égetett kerámiák,
2. öntöttvas, vas, acél, feszítőacél,
3. beton, vasbeton, feszített vasbeton,
4. üveg,
5. fatermékek (pl. rétegelt ragasztott fa),
6. műanyagok.

## 2. Az építőanyagok fő tulajdonságai

1. fizikai, hidrotechnikai és hőtechnikai jellemzők,
2. szilárdságtani alapfogalmak,
3. alakváltozási jellemzők,
4. fáradás, kúszás, relaxáció,
5. szívósság, ridegség, keménység.

1. Táblázat. Az építőanyagok fő hőtechnikai tulajdonságai

| Mennyiség neve, jele               | Mértékegysége                        |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| Fajhő (c)                          | $J/(kg \cdot K) = m^2/(s^2 \cdot K)$ |
| Hőtágulási együttható ( $\alpha$ ) | 1/K                                  |
| Hővezetési tényező, ( $\lambda$ )  | $W/(m \cdot K)$                      |

|                                                                                   |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Hőátbocsátási tényező, k (szerkezet jellemző) $k = 1/R = 1/\text{rétegvastagság}$ | $W/(m^2 \cdot K)$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|

2. Táblázat. Szerkezeti anyagok követelményei.

| Követelmények  | Határállapotok                                                                                                                                             |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teherbírás     | <i>Ne omoljon össze kisebb terhelés esetén, (teherbírási határállapotok), minél nagyobb terhelés után törjön csak el, vagy veszítse el a stabilitását.</i> |
| Használhatóság | <i>Minél szélesebb körben használható legyen (használhatósági határállapotok) sokáig tartson ki repedés, lehajlás, vibráció esetén</i>                     |
| Tartósság      | <i>A használati élettartam alatt ne igényeljen jelentősebb fenntartást</i>                                                                                 |
| Esztétika      | Tetszetős legyen                                                                                                                                           |

### 3. Kötőanyagok. Mész, gipsz.

Ez a fejezet a kötőanyagok közül a mész és a gipsz előállításának technológiáját ismerteti

3. Táblázat. Kötőanyagok osztályozásának módjai

|   | Szemponatok                          | Tulajdonság, „viselkedés”                                                                                                                            |
|---|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Előállítás szerint                   | természetes kötőanyag (természetes bitumen)<br>mesterséges kötőanyag                                                                                 |
| 2 | Ásványi eredet szerint               | szerves (bitumen, kátrány, műgyanta)<br>szervetlen (cement, mész, gipsz vízüveg)                                                                     |
| 3 | Halmazállapot szerint                | folyékony (bitumen, kátrány, műgyanta)<br>szilárd porszerű (mész, gipsz, cement)                                                                     |
| 4 | Kötőképesség, megszilárdulás szerint | fizikai folyamat révén szilárdulnak (bitumen, kátrány, vízüveg, enyv, lenolaj)<br>kémiai folyamat révén szilárdulnak (mész, gipsz, cement, műgyanta) |
| 5 | Szervetlen anyagok                   | levegőn szilárdulók (mész, gipsz); hidraulikusak (cement)                                                                                            |
| 6 | Építési mész formái                  | égetett mész, oltott mész                                                                                                                            |

A **mész** üledékes kőzet. ([http://hu.wikipedia.org/wiki/Mész\\_\(kőzet\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/Mész_(kőzet))) *monomineralikus* - egyásványos) Legalább **90%-a kalcium-karbonát** ( $\text{CaCO}_3$ ), azaz kalcit vagy aragonit. A fennmaradó rész főleg más karbonátásvány, kvarc vagy kova, agyag és szerves anyag. Ahogy nő a mész kő magnéziumkarbonát-tartalma, a kőzet fokozatosan dolomittá alakul. A mész kő és a dolomit átmenete folyamatos:

- amíg a kalcit több benne, dolomitos mész kőről beszélünk,
- amikor a dolomit válik uralkodóvá, a kőzetet meszes dolomitnak hívjuk:

ezek együtt a karbonátos kőzetek.



### 10.1. ábra - Mészkő (kőzet)



<http://termtud.akg.hu/okt/8/3/1kozet.htm>

## 3.1. Mészkő bányászata, szállítása

### 10.2. ábra - Mészkőbánya a Váci Cementmű számára. Naszály hegy



<http://www.hffa.hu/starthelyek/naszaly.html>

### 10.3. ábra - Bükkösd, mészkőbánya a Királyegyházán létesült cementgyár számára



#### **10.4. ábra - Mész-kő szállítása vasúton Bükkösdről Királyegyházára**



<http://www.flickr.com/photos/56992659@N03/7165607115/>

### **3.2. Mész-kő feldolgozása: cementgyárak**

#### **10.5. ábra - DCM cementgyár Vác**



<http://fotomania.bloglog.hu/industrial/>

**10.6. ábra - BCM cementgyár Beremend**





<http://www.prangl.hu/node/30>

### 10.7. ábra - Cementgyár Királyegyháza



<http://www.detre.hu/>

### 3.3. Az égetett mész előállítása

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Égetett\\_mész](http://hu.wikipedia.org/wiki/Égetett_mész)

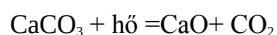
### 10.8. ábra - A mész körfolyamata



A kalcium-oxid (CaO),

A **kalcium-oxid (CaO)**, (más néven **égetett mész**, vagy E529) egy széles körben használt szervetlen vegyület. Fehér színű, korrozív, lúgos kémhatású kristályos port alkot. A kereskedelemben kapható kalcium-oxid általában más vegyületeket is tartalmazhat (magnézium-oxid, szilícium-dioxid, kis részben alumínium-oxid és vas-oxid).

A kalcium-oxidot általában mészkő hevítésével (**mészégetés**) állítják elő, ugyanis hő hatására a kalcium-karbonát (CaCO<sub>3</sub>) kalcium-oxidra (CaO), és szén-dioxidra (CO<sub>2</sub>) bomlik. Az egyensúlyi folyamat atmoszférikus nyomáson 825 °C fölött tolódik el a bomlás irányába. Mészégetés (900-1100°C)



A folyamat **reverzibilis**. A lehűlést követően a kalcium-oxid azonnal elkezd megkötni a levegőben található szén-dioxidot, és idővel a kalcium-oxid kalcium-karbonáttá alakul vissza. A **mészégetés** az első, ember által felfedezett kémiai reakciók egyike, már az őskorban is ismerték ezt az eljárást.

Felhasználása

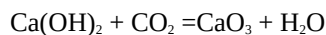
1. A 20. századig fertőtlenítőszerként alkalmazták, általában 10 %-os oldatban. Hátránya, hogy levegővel és nedvességgel érintkezve hamar elbomlik.
2. Élelmiszerek esetén általában savanyúságot szabályozó anyagként alkalmazzák E529 néven. Felhasználják még **cukorgyártás** során (szennyeződések eltávolítására), pékárukban (stabilizálószerként), valamint állati belek (hurkához, kolbászhoz) tisztítása, és kezelése során. Előfordulhat kakaóban, bélbe töltött húskészítményekben. Napi maximum beviteli mennyisége nincs meghatározva. Élelmiszerek esetén mellékhatása nem ismert.

**A kalcium-hidroxid**



A **kalcium-hidroxid** (más néven **oltott mész**, vagy **E526**) egy szervesetlen vegyület, melynek képlete  $\text{Ca(OH)}_2$ . ([http://hu.wikipedia.org/wiki/Oltott\\_mész](http://hu.wikipedia.org/wiki/Oltott_mész)). Szintelen kristályok, vagy fehér por formájában fordul elő. A **kalcium-oxidból, víz hozzáadásával állítják elő**. A folyamatot a mész oltásának is nevezik. Vízen oldott kalcium-klorid, és nátrium-hidroxid segítségével is előállítható. 512 °C-on elbomlik. Vízen oldva erősen bázikus kémhatású. Az oldaton szén-dioxidot átvezetve tejfehér szuszpenzió képződik, azaz a **kalcium-hidroxid a szén-dioxiddal reagálva kalcium-karbonáttá alakul**.

A szilárdulás képlete:



Építési gipsz

Az **építési gipsz** égetése 110-180°C közötti hőmérsékleten történik. Felhasználása történik szerkezeti elemként (válaszfal, térelem), továbbá tűzvédelmi téren (fém szerkezetek védelme). A gyógyászatban törött végtagok rögzítésére alkalmazzák. A habarcs kötőanyaga.

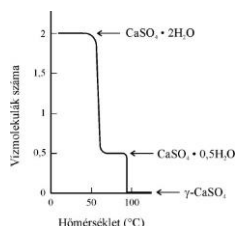
4. Táblázat. A kalciumszulfát legfontosabb adatai

|                  |                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vegyjel, képlet  | $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                     |
| Ásványosztály    | szulfátok                                                                                                                                                                                                                      |
| Kristályrendszer | monoklin                                                                                                                                                                                                                       |
| Kristályalak     | 3 fő formája. Ezek: a szelenit kristályai, a rostos szaténpát, illetve a finomszemcsés, tömeges alabástrom. Finom „százsorszépeket” (sivatagi rózsza) képez felületen, sivatagi környezetben. Táblás, lapos, prizmás kristály. |
| Szín             | rendszerint fehér, szintelen vagy szürke, de lehet vörös, barna vagy sárgás árnyalatú is                                                                                                                                       |
| Fény             | üveg, gyöngyház                                                                                                                                                                                                                |
| Karc             | fehér                                                                                                                                                                                                                          |
| Sűrűség          | 2,3 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                          |
| Előfordulás      | Magyarország (Gyöngyösoroszi, Reck, Rudabánya, Perkupa, Nagyvisnyó, Budapest, Alsótelekes, Imola, Gánt, Tokod, Dorog, Komló, Tatabánya), Szlovákia (Selmechánya), Románia (Kapnikbánya, Torda),                                |

5. Táblázat. A gipszkő átalakulása félhidrátgipsz formába

|                                                                                                                            |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O} + 3/2 \text{H}_2\text{O}$ |                |
| gipszkő                                                                                                                    | félhidrátgipsz |

### 10.9. ábra - Gipsz vízvesztése hőmérséklet függvényében



[http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0033\\_SCORM\\_MFFAT6101/sco\\_26\\_03.htm](http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFAT6101/sco_26_03.htm)

6. Táblázat. A gipszek osztályozása a kötési idő szerint

| A gipsz megnevezése | A kötési idő | Kötési idő, perc |                  |
|---------------------|--------------|------------------|------------------|
|                     |              | Kezdeté legalább | Vége legkésőbb   |
| Gyorsan kötő        | A            | 2                | 15               |
| Közepesen kötő      | B            | 6                | 20               |
| Lassan kötő         | C            | 20               | Nem szabályozott |

## 4. Cementek előállítása és tulajdonságai, klinkerásványok, felhasználás

### 4.1. A cement története, elterjedésének oka

1. Vitruvius habarcskészítés technológiája; római cement = égetett mész+ téglalisztt; vagy égetett mész + trasz(tufaőrlemény)
2. 1724-1792, Smeaton angol mérnök kimutatta, hogy az agyagtartalmú mész jobb kötőanyag a tiszta mésznél
3. 1796 Parker szabadalmaztatta a nagy agyagtartalmú márga égetésével nyert román/római cement előállítást
4. 1851 húzó és nyomó vizsgálat
5. 1861 Langen kohósalak rejtett hidraulikus tulajdonságok
6. 1878 első cementszabvány
7. 1886 Tetmayer kohósalak pc-gyártás leírása
8. 1887 cementszilárdulás kristályelmélete
9. 1893 Dyckerhoff  $MgO < 5m\%$
10. 1898-tól gipszkő kötőszabályozáshoz
11. 1945 Powers a két elmélet egyesítése
12. 1972 képlékeny habarcsvizsgálat
13. 1977 Tamás Ferenc professzor (Veszprémi Egyetem) kidolgozta a cement-hidratáció polimerizációs folyamatának elméletét

A cement, ill. beton elterjedésének oka:

1. időállóság, nagy nyomószilárdság
2. tűzzel szembeni kedvező viselkedés

### 4.2. A cementgyártás

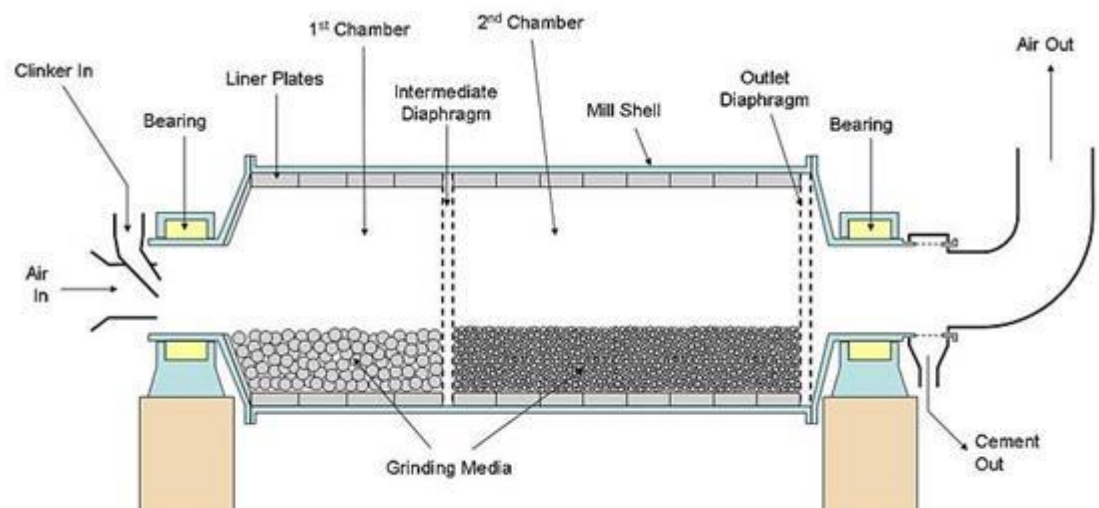
(Cement mill [http://en.wikipedia.org/wiki/Cement\\_mill](http://en.wikipedia.org/wiki/Cement_mill))

Cement összetétel: 75-80 m% mészkő+20-25 m% egyéb agyag

A gyártás lépései:

1. előkészítés, előmelegítés
2. égetés
3. szárítás

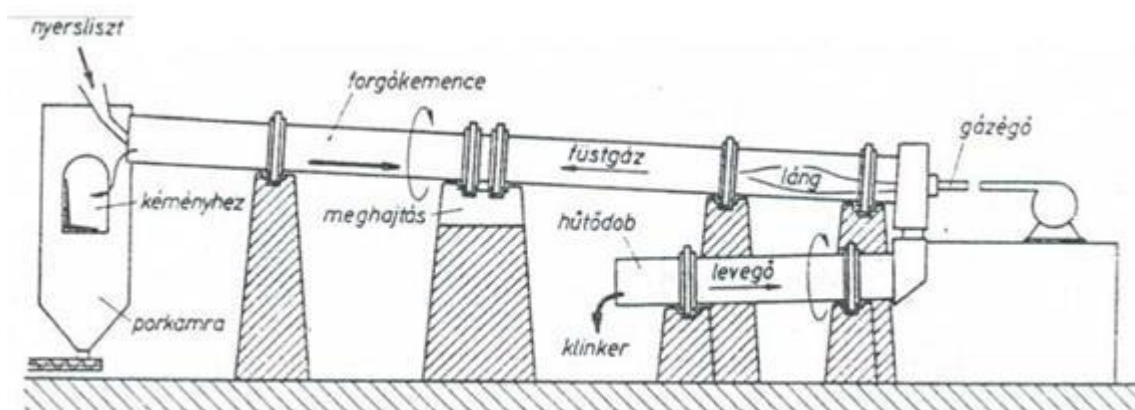
#### 10.10. ábra - Cementté történő őrlés



Az ábra a portland-klinker, a portland-cement gyártás félkésztermékének az aprítását és cementté történő őrlését végző a cementmalmot mutatja be.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Cement\\_mill](http://en.wikipedia.org/wiki/Cement_mill)

#### 10.11. ábra - Portlandcement égetéséhez használt forgókemence vázlata (60-250 m)



7. Táblázat. A portlandcementben előforduló klinkerásványok tömegszázalékos aránya

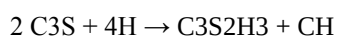
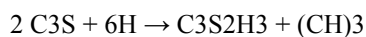
| Klinkerásványok és jelölésük | tömegszázalék (m/m%) |
|------------------------------|----------------------|
| CaO (=C)                     | 60-67                |
| SiO <sub>2</sub> (=S)        | 19-24                |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (=A)                                            | 2-8 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (=F)                                            | 2-6 |
| MgO                                                                            | 1-5 |
| CaO (szabad)                                                                   | 0-4 |
| H <sub>2</sub> O( =H)                                                          | 0-4 |
| egyéb: Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, TiO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> | 0-3 |

8. Táblázat. A portlandcement-klinker ásványi összetétele

|                     |                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| ALIT                | C3S = 3CaO SiO <sub>2</sub>                                               |
| BELIT               | C2S = 2CaO SiO <sub>2</sub>                                               |
| TRIKALCIUM-ALUMINÁT | C3A = 3CaO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                 |
| CELIT               | C4AF = 4CaO Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |

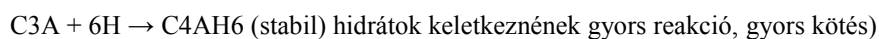
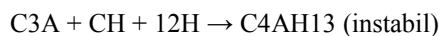
A portlandcement kötése és szilárdulása



klinker víz kalcium - mész, ásvány szilikát-hidrát

tobermorit portlandit, fő szilárdsághordozó

A cement kötésének befolyásolása (gipsz adagolás)



A gyors kötés megakadályozására gipszadagolás történhet:



### 4.3. Klinker ásványok jellemzése

| 1. A PC klinker ásványi összetétele                              | 2. A PC klinker ásványi összetétele                                                                         |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Le Chatelier 1883                                                | <b>BELIT</b> βC2S=2CaOSiO <sub>2</sub> <b>kerekded kristály</b>                                             |
| Törnebohm 1897                                                   | legfontosabb β módosulat, lassú szilárdulás                                                                 |
| ALIT C3S = 3CaOSiO <sub>2</sub> hatszögletes kristály            | nagy utószilárdulás, kis kötés hő, 15-37%                                                                   |
| kevés Al <sup>3+</sup> , Mg <sup>2+</sup> és vasionok, 30-60 m%, | <b>TRIKALCIUM-ALUMINÁT</b> C3A = 3CaO • Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , gyors kötés - lassítva gipszkövel, |



|                                        |                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| nagy kezdőszilárdság<br>nagy kötési hő | nagy hőfejlesztés, kis szilárdság, 0-15%                                                                                                                       |
| 3. A PC klinker ásványi összetétele    | <b>CELIT C4AF</b> = $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$<br>kis szilárdság, lassú kötés, jó szulfátállóság<br>van benne üvegfázis is |

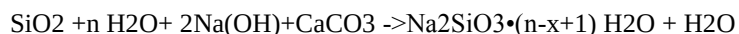
## 4.4. Hidratációs alakváltozások

**Mészduzzadás:** 1500°C-on túlégetett mész keletkezik; lassan oltódik, mikor a beton szilárd duzzadás nincs, ha szabad CaO <1%

**Magnéziaduzzadás:** túlégetett magnézia jön létre; igen lassan oltódik, duzzadást okoz. Nem következik be, ha szabad MgO <5%

**Gipszduzzadás:** fölös gipsz marad C3A -hoz képest

**Alkáli duzzadás:** alkáli + oldható SiO<sub>2</sub> (amorf szilikát, hidrogél)



## 4.5. Cementekhez adható kiegészítő anyagok

**Cementek hidraulikus kiegészítő anyagai:** kohósalak, pernye, nyersvasgyártás mellékterméke, szilárdulása a β C2S klinkerhez hasonló, adagolása max 80%

**Traszkohósalak:** Minimum 70 % SiO<sub>2</sub> -t tartalmazó vulkáni tufa finom őrlménye, benne lévő kovasav a cement szilárdulása során fölszabaduló Ca(OH)<sub>2</sub>-vel C3S2H3-t alkot. Adagolása max. 20 %.

## 4.6. Cement, mész csomagolása

10.12. ábra - Stukatur gipsz műanyag csomagolásban szállításra raklapon



<http://www.stukaturgipsz.hu/>

### 10.13. ábra - Portlandcement papírsákban



10.14. ábra - Oltott mész műanyag zsákban



10.15. ábra - Oltott mész műanyag vödörben





## 4.7. Cement, beton szállítása vasúton, közúton

### 10.16. ábra - Cement szállítása vasúton



<http://www.flickr.com/photos/56992659@N03/7352654250/in/photostream/>

### 10.17. ábra - Betonkeverő és a helyszínre szállító jármű





[http://www.szakkatalogus.hu/infok/Betoneladás\\_Kft-638275](http://www.szakkatalogus.hu/infok/Betoneladás_Kft-638275)

## 5. Vas, acél

### 5.1. A nyersvas, acél fizikai, kémiai tulajdonságai, gyártásuk

A vas fizikai tulajdonságai:

1. sötétszürke, magas olvadáspontú nehézfém
2. a nyersvas 3-4 tömeg % szenet tartalmaz
3. csak izzó állapotban megmunkálható
4. ferromágneses: mágnesezhető, és mágnesessége tartósan megmarad

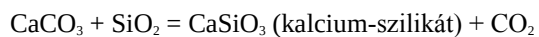
Kémiai tulajdonság:

1. változó vegyértékű (mint a mellékcsoportok elemei általában)
2. heves, exoterm reakcióban egyesül a nemfémes elemekkel, és általában három vegyértékű

A vas, acél ipari előállítás

Nyersvas vasércből szénrel való redukcióval készül

1.
  - a. vasérc dúsítása (a vasat nem tartalmazó, ún. meddőközet eltávolítása), a meddőközet hazánkban általában szilícium-vegyületeket tartalmaz → salakképzőnek mészkövet alkalmaznak



- 2.

- a. pörkölés (vas-vegyületek oxiddá alakítása)
- b. koksszal a nagykohóba adagolják → alulról forró levegőt vezetnek be
- c. a nyersvas a kohó alján gyűlik össze → fölötté a salak (a meddőközet + salakképző anyagok redukciója) védi meg a visszaoxidálódástól

Az acélgyártás lényege: a széntartalom csökkentése (1,7 % alá), így a nyersvas (ami a 3-4 %-os széntartalom miatt a rideg, törékeny), rugalmassá tétele

1.

- a. a szén oxigénnel történő kiégetése
- b. további hőkezelések (edzés, megeresztés, stb.)
- c. ötvöztetés

## 5.2. Híres acél szerkezetű épületek:

Eiffel torony, Párizs

- Négyzet alapú, az 1889. évi világkiállításra készült,
- 1,6 ha alapterületű,
- 10 100 tonna tömegű,
- 12 000 acéldarabból, szegecselemmel állították össze.

A torony összmagassága 322 m, ebből maga a torony 300 m, a rászerezelt tévé-adóantenna még 22 m magas. (legmagasabb épület volt a világon (319 m) a New York-i Chrysler Building 1930-as felépítéséig).

### 10.18. ábra - Az Eiffel torony, Párizs

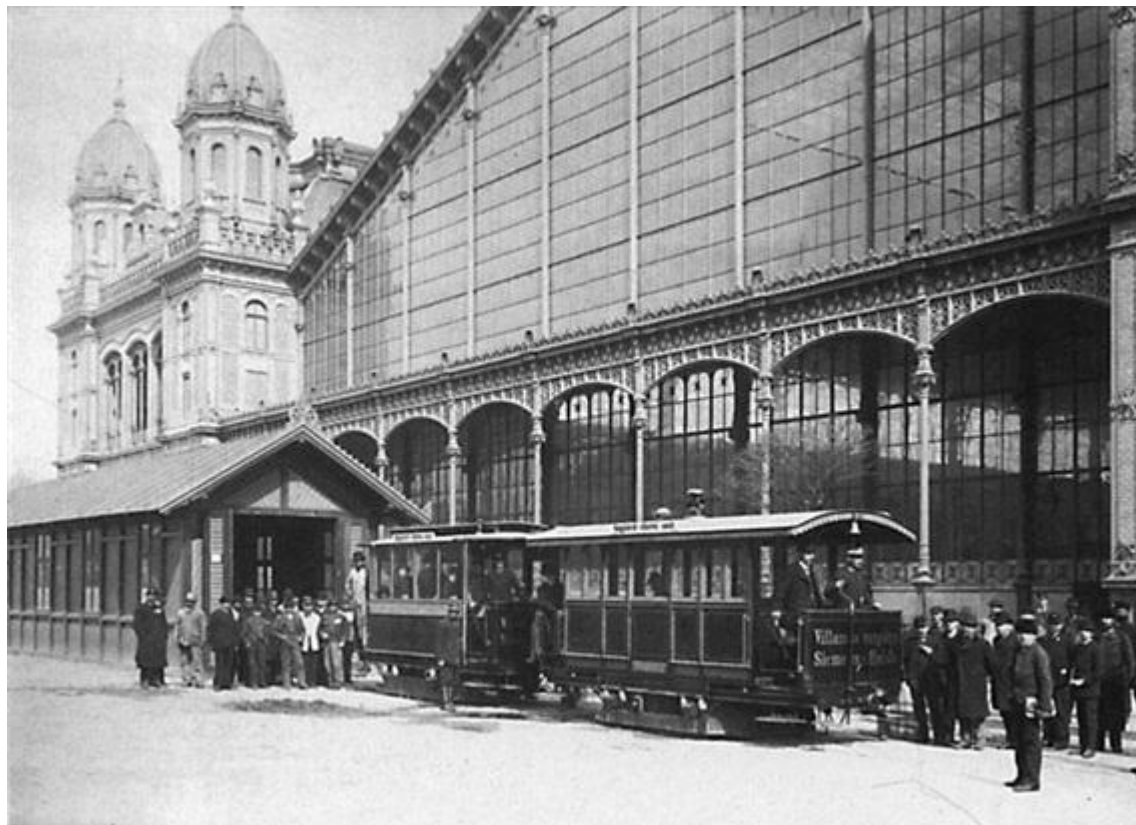


A Nyugati pályaudvar

A **Nyugati pályaudvar Budapest** egyik legrégebbi vasúti fejpályaudvara, 1877. október 28-án nyílt meg. A pályaudvar vasszerkezete a maga korában technikai bravúrnak számított.

- Csarnok hossza: 146 m
- Középcsarnok szélessége: 42 m
- Középcsarnok legnagyobb magassága: 25 m

### 10.19. ábra - A Nyugati pályaudvar (1877), és az első villamos, Budapest



[http://hu.wikipedia.org/wiki/Budapest-Nyugati\\_pályaudvar](http://hu.wikipedia.org/wiki/Budapest-Nyugati_pályaudvar)

## 6. Beton, vasbeton

### 6.1. A beton és története

A **beton** (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Beton>) kötőanyagból (cementből) és adalékanyagokból (homokos kavicsból) álló, a hidratáció hatására megszilárduló anyag. Az alkotóelemek még kiegészülhetnek különböző funkciójú adalékanyagokkal. Az alkotórészek elnevezése még római korból származik - latinul: *caementum* – durva kötőrmelék, *concretus* (beton) – összekevert, összenőtt.

A cement, a portlandcement és a beton épített környezetben történő felhasználásának története:

A rómaiak ún. római cementet (alumínium- és szilíciumtartalmú törmeléket) használtak utak, fürdők, vízvezetékek építésére. Technikailag kifinomultan a Pantheon kupolájának szerkezetében jelent meg a beton, amely szerkezete közepe felé haladva egyre vékonyodik a kedvező terhelés miatt. 27-ben Pollio Vitruvius építészeti könyvében szerepel a beton leírása.

1779-ben Bry Higgins szabadalmaztatta a stukkóvakolatot, amely hidratált cementből állt.

1793-ban John Smeaton tanulmányozta a kiégetett mész víz alatti szilárdulását, illetve azt, hogy a más anyagokkal elegyítve szilárdabb formát ölt. Újjáépítette a cornwalli világítótornyot.

1800-ban használtak először nagy mennyiségű betont a *West India Dock* brit kikötő építésénél, amit William Jessop tervezett.

1812 és 1816 között épült Franciaországban az első betonszerkezetű híd Souillacban, amely még nem tartalmazott semmiféle vasalást.

Az 1820-as években több angol, francia és amerikai szabadalom is született a mész felhasználásával, cementtel, betonnal kapcsolatban:

1. *James Parker* az ún. Parker (más néven római) cementtel kísérletezett.
2. *Edgar Dobbs* a habarccsal és a gipsszel foglalkozott.
3. *Louis Vicat* agyaghoz adagolt meszet készített.
4. *Canvass White* a természetes cementet ismerte fel.
5. *Maurice St. Leger* és *John Tickell* olyan természetes cementet készítettek, amelyek a víz alatt is megkötöttek.
6. *Ralph Dodd* foglalkozott azzal, hogy a húzóerőket kovácsoltvas rudakkal vegye fel a beton belsejében.
7. *Abraham Chambers* és *James Frost* különféle cementfajtákkal kísérleteztek.

**1824-ben** *Joseph Aspdin* angol kőműves szabadalmaztatta az egységesen finomra őrölt *portlandcementet*, amit a Portlandnál fejtett építési kőről nevezett el. Ez az elnevezés a mai napig megmaradt.

**Zielinski Szilárd** (1860-1924) építőmérnök, a vasbeton építészet magyarországi meghonosítója.

## 6.2. A vasbeton

(<http://hu.wikipedia.org/wiki/Vasbeton>)

A **vasbeton** **betonból** és a betonba ágyazott **acélbetétekből** álló építőanyag. A beton és a vasbeton a világon a **legelterjedtebb építőanyag**, mivel kivitelezése viszonylag egyszerű és a készítéséhez felhasznált anyagok olcsók, valamint a vasbeton szerkezetek alig igényelnek karbantartást.

A vasbetonban általában a **nyomófeszültséget a beton** veszi fel, ugyanis a beton a nyomásnak jól ellenáll. A beton húzószilárdsága viszont kicsi, így a szerkezetek azon részeibe, ahol **húzófeszültség** ébred, **acélbetéteket** helyeznek. Méretezése a homogén anyagokhoz képest más, mivel a szerkezetben több fajta anyag van jelen.

A terhelt vasbeton tartónál a beton már kis teher hatására meg fog repedni, a további húzóerőt az acélbetét veszi fel, a nyomóerőt pedig a beton be nem repedt része. A teherbírás kimerülését a beton összemorzsolódása, vagy az acél elszakadása jelenti.

A vasbeton előnyei

1. Viszonylag alacsony építési költségek
2. A vasbeton szerkezetek különleges tűz elleni védelem nélkül is állékonyabbak más szerkezetekkel szemben
3. Lényegesen merevebbek, mint például a fa- vagy az acélszerkezetek
4. Alacsony fenntartási költségek, viszont bizonyos környezeti hatásokkal, például sózással szemben védeni kell
5. Az alapanyagok sok helyen hozzáférhetőek, egyszerűen szállíthatóak
6. A vasbeton szerkezetek szinte tetszőleges alakban elkészíthetőek

A vasbeton hátrányai

1. Az alacsony húzószilárdság miatt a vasbeton szerkezetek hajlamosak a repedésre



2. A helyszínen készített vasbeton szerkezetek betonozása előtt zsaluzatot kell készíteni
3. Az acélhoz képest a beton szilárdsága jóval kisebb, viszont térfogatsúlya nagyobb
4. A vasbeton szerkezeteket utólag átalakítani legtöbbször igen körülményes

### 6.3. Vasbeton szerkezetű épületek

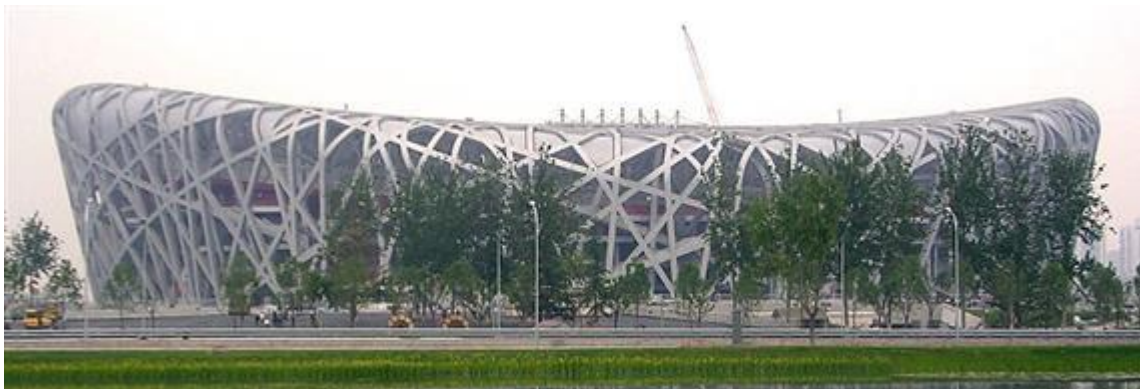
10.20. ábra - Népstadion (Puskás Ferenc Stadion) Budapest. 1953-ban készült el



[http://hu.wikipedia.org/wiki/Puskás\\_Ferenc\\_Stadion](http://hu.wikipedia.org/wiki/Puskás_Ferenc_Stadion)

A **Pekingi Nemzeti Stadion**, külseje alapján *Madárfészeknek* becézett épület az olimpiai események központja volt, **2008-ban** Az építmény 330 méter hosszú, 220 méter széles, a magassága 69,2 méter. A használható terület nagysága 204 000 m<sup>2</sup>. Az építmény acélszerkezetének összhossza nagyjából 36 km, tömege 45 000 tonna.

10.21. ábra - Pekingi Nemzeti Stadion. 2008-as Nyári Olimpia



10.22. ábra - Monolit vasbeton alap készítése





**10.23. ábra - TV torony Pécsen 1972-ben készült el**



#### 10.24. ábra - Vasbeton lakóépület összeállítása



#### 10.25. ábra - Science Building vasbeton szerkezetének építése. PTE, Pécs



## 7. Kérdések

- 10.1. Sorolja fel a természetben fellelhető építőanyagokat! Jellemezze azokat!
- 10.2. Sorolja fel a mesterséges építőanyagokat!
- 10.3. Sorolja fel az építőanyagok fő tulajdonságait!
- 10.4. Sorolja fel a szerkezeti anyagoktól elvárt követelményeket!



- 10.5. Milyen szempontok szerint osztályozza a kötőanyagokat?
- 10.6. Mikor nevezünk egy kőzetet dolomitos mészkőnek és mikor dolomitnak?
- 10.7. Ismertesse a mészkő bányászatát és a cementgyárba szállítás lehetőségeit!
- 10.8. Hol vannak Magyarországon cementgyárak, jellemezze őket röviden?
- 10.9. Jellemezze az égetett meszet! Írja le a mészégetés technológiáját! Mire használjuk?
- 10.10. Hogyan állítják elő az oltott meszet?
- 10.11. Adja meg a mész megszilárdulásának folyamatát! Adja meg felhasználási területeit!
- 10.12. Milyen ásványi anyag a gipsz? Adja meg felhasználási területeit!
- 10.13. Ismertesse a cement előállítás technológia történetét, alkalmazásának fejlődése során történt lépéseket!
- 10.14. Ismertesse a cementgyártás három fő lépését!
- 10.15. A portlandcementben milyen klinker ásványok és milyen arányban fordulnak elő?
- 10.16. Hogyan lehet befolyásolni a portlandcement kötésének sebességét?
- 10.17. Milyen hidratációs alakváltozások (duzzadások) történhetnek a cementek szilárdulása során?
- 10.18. Melyek a cementekhez adható leggyakoribb kiegészítő anyagok?
- 10.19. Hogyan csomagolják szállításra a gipszet, a portlandcement és az oltott meszet kis tételben és nagy mennyiségben?
- 10.20. Sorolja fel a beton alkalmazásának fejlődése során történt lépéseket!
- 10.21. Ismertesse, hogyan készül a vasszerkezetű építmények számára az acél!
- 10.22. Ismertessen híres acél szerkezetű építményeket, jellemezze azokat!
- 10.23. Ismertesse mi a beton kötőanyaga és mik az adalékanyagok!
- 10.24. Ismertesse a cement, a portlandcement és a beton épített környezetben történő felhasználásának történetét!
- 10.25. Adja meg a vasbeton, mint építőanyag „felépítését”! Hogyan „készül” a vasbeton?
- 10.26. Milyen „szerepet játszik” a vasbetonban a beton és a vas?
- 10.27. Sorolja fel a vasbeton előnyeit!
- 10.28. Sorolja fel a vasbeton hátrányait!
- 10.29. Ismertessen vasbeton szerkezetű építményeket Magyarországon, jellemezze azokat!
- 10.30. Ismertessen híres vasbeton szerkezetű építményeket a világban, jellemezze azokat!

## 8. Tesztek

### 10.1. Sorolja fel a természetben fellelhető építőanyagokat!

- 10.1.a. kő, agyag, kerámia
- 10.1.b. kő, fa, indák
- 10.1.c. mészkő, homok, agyag



**10.2. Sorolja fel a szerkezeti anyagoktól elvárt követelményeket!**

- 10.2.a. teherbírás, használhatóság, tartósság, esztétika
- 10.2.b. szilárdság, rugalmasság, megmunkálhatóság
- 10.2.c. megmunkálhatóság, alkalmazhatóság, hosszú élettartam, kellemes forma

**10.3. Hol vannak Magyarországon cementgyárak, jellemeze őket röviden?**

- 10.3.a. Királyegyháza, DCM, DDCM
- 10.3.b. Vác, Királyegyháza, Beremend
- 10.3.c. Vác, Beremend, Bükkösd

**10.4. Jellemezze az égetett meszet!**

- 10.4.a. Fehér színű, szűrös szagú, darabos közet
- 10.4.b. Fehér színű, porszerű közet
- 10.4.c. Fehér színű, korrozív, lúgos kémhatású kristályos por.

**10.5. Hogyan állítják elő az oltott meszet?**

- 10.5.a. Mészköből víz hozzáadásával állítják elő
- 10.5.b. Kalcium-oxidból, víz hozzáadásával állítják elő.
- 10.5.c. A mész beoltása széndioxid hozzáadásával történik

**10.6. Milyen ásványi anyag a gipsz?**

- 10.6.a A gipsz kalcium oxid.
- 10.6.b A gipsz kalcium szulfát.
- 10.6.c A gipsz kalcium karbonát.

**10.7. Ismertesse, hogyan készül a vasszerkezetű építmények számára az acél!**

- 10.7.a Az acélgártás során a szénttartalmat 1,7 % alá csökkentik
- 10.7.b Az acélgártás során a nyersvasat magas hőmérsékleten edzik
- 10.7.c Az acélgártás során a vasat indukciós kemencében olvasztják meg

**10.8. Ismertesse mi a beton kötőanyaga és mik az adalékanyagok!**

- 10.8.a A beton kötőanyaga a cement, adalékanyagok pedig a homokos kavics
- 10.8.b A beton kötőanyaga a cement, adalékanyag pedig a finomra őrölt közúzalék
- 10.8.c A beton kötőanyaga az oltott mész, adalékanyaga pedig a homok és a kavics

**10.9. Adja meg a vasbeton, mint építőanyag „felépítését”!**

- 10.9.a A vasbeton betonból és összehegesztett vasrudakból épül fel
- 10.9.b A vasbetont vasrudak közé öntött betonból épül fel
- 10.9.c A vasbeton betonból és acélbetétekből épül fel

## 9. Megoldáskód a 10-es témához

|      |          |      |          |      |          |
|------|----------|------|----------|------|----------|
| 10.1 | <b>b</b> | 10.4 | <b>c</b> | 10.7 | <b>a</b> |
| 10.2 | <b>a</b> | 10.4 | <b>b</b> | 10.8 | <b>a</b> |
| 10.3 | <b>b</b> | 10.6 | <b>b</b> | 10.9 | <b>c</b> |

## 10. Hivatkozások

[10.1]Építőanyagok

[http://www.epito.bme.hu/eat/oktatas/feltoltesek/BMEEOEMAT12/epitoanyagok\\_az\\_epites\\_folyaman.pdf](http://www.epito.bme.hu/eat/oktatas/feltoltesek/BMEEOEMAT12/epitoanyagok_az_epites_folyaman.pdf)

[10.2]Mészke üledékes kőzet. ([http://hu.wikipedia.org/wiki/Mészke\\_\(kőzet\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/Mészke_(kőzet)))

[10.3]Mészke <http://termtud.akg.hu/okt/8/3/1kozet.htm> (Lásd: 236)

[10.4] Mészkebánya a Váci Cementmű számára. Naszály hegy <http://www.hffa.hu/starhelyek/naszaly.html> (Lásd: 237)

[10.5]Mészke szállítása vasúton Bükkösről Királyegyházára  
<http://www.flickr.com/photos/56992659@N03/7165607115/> (Lásd: 239)

[10.6]DCM cementgyár Vác <http://fotomania.bloglog.hu/industrial/> (Lásd: 240)

[10.7]BCM cementgyár Beremend <http://www.prangl.hu/node/30> (Lásd: 241)

[10.8]Cementgyár Királyegyházán <http://www.detre.hu/> (Lásd: 242)

[10.9]Az égetett mész előállítása. [http://hu.wikipedia.org/wiki/Égetett\\_mész](http://hu.wikipedia.org/wiki/Égetett_mész)

[10.10]Oltott mész előállítása [http://hu.wikipedia.org/wiki/Oltott\\_mész](http://hu.wikipedia.org/wiki/Oltott_mész)

[10.11]Gipsz előállítása  
[http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0033\\_SCORM\\_MFFAT6101/sco\\_26\\_03.htm](http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFFAT6101/sco_26_03.htm)

[10.12]Cementgyártás [http://en.wikipedia.org/wiki/Cement\\_mill](http://en.wikipedia.org/wiki/Cement_mill)

[10.13]Stukatur gipsz <http://www.stukaturgipsz.hu/>

[10.14]Cement szállítása vasúton <http://www.flickr.com/photos/56992659@N03/7352654250/in/photostream/> (Lásd: 252)

[10.15]Betonkeverő és a helyszínre szállító jármű [http://www.szakkatalogus.hu/infok/Betoneladás\\_Kft-638275](http://www.szakkatalogus.hu/infok/Betoneladás_Kft-638275) (Lásd: 253.)

[10.16]A Nyugati pályaudvar (1877), és az első villamos, Budapest [http://hu.wikipedia.org/wiki/Budapest-Nyugati\\_pályaudvar](http://hu.wikipedia.org/wiki/Budapest-Nyugati_pályaudvar) (Lásd: 255)

[10.17]beton (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Beton>)

[10.18]vasbeton <http://hu.wikipedia.org/wiki/Vasbeton>

[10.19]Népstadion (Puskás Ferenc Stadion) Budapest. 1953-ban készült el  
[http://hu.wikipedia.org/wiki/Puskás\\_Ferenc\\_Stadion](http://hu.wikipedia.org/wiki/Puskás_Ferenc_Stadion) (Lásd: 256)

# 11. fejezet - Számítástechnikai és infokommunikációs eszközök technológiái.

A címben szereplő téma ugyan csak a félvezető alapanyagok megmunkálási technológiáit foglalja magába, azonban ez elválaszthatatlan az infokommunikációs iparág termékeinek technológiájától, sőt a velük járó emberi életmódváltozástól. A félvezetők fejlesztése és alkalmazása az utolsó 30 év alatt, a Moore törvény szerint még napjainkban is „tartja” az exponenciális növekedését, ezzel együtt ilyen termékek hasonló „szaporodása” zajlik, mint az asztali számítógépek, az egy tenyérben elférő, kisméretű számítógépek, azokos telefonok, a táblagépek, PC-k bementi és kimeneti perifériái és háttértárolók. Ezekkel együtt jöttek létre az internet, az internetes keresők, közösségi portálok, stb.

## 1. Félvezető. Félvezetők csoportosítása, típusai.

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Félvezető>

A **félvezetők**nek nevezzük azokat az anyagokat, amelyek fajlagos ellenállása a vezetők és a szigetelők közé esik. A félvezetők fajlagos elektromos vezetése közönséges hőmérsékleten  $10^{-9} - 10^3 \text{ } 1/\Omega\text{cm}$ , azaz gyengén vezetnek az áramot és nem jók szigetelőnek sem. Nagyon alacsony hőmérsékleten a félvezető szigetelőként viselkedik, de szobahőmérsékleten sajátvezetésűek. A másik jellemző tulajdonságuk az ellenállásuk hőfokfüggése. A félvezetők ellenállása a hőmérséklettel exponenciálisan csökken. Tehát elektromos ellenállásuk negatív hőmérsékleti együtthatóval (NTC) rendelkezik.

Vannak **elemi félvezető anyagok**, amelyek tiszta állapotban rendelkeznek a fenti tulajdonságokkal: a **germánium** (Ge) a **szilícium** (Si) és a **szelén** (Se). A **szilárd oldat típusú** félvezetők: a **gallium-arszenid** (GaAs), **gallium-alumínium-arszenid** (GaAlAs), indium-antimonid (InSb), szilícium-karbid (SiC), ólom-tellurid (PbTe), stb. Néhány vegyület félvezető tulajdonságokat mutat: ólom-szulfid (PbS), a titán-oxid (TiO<sub>2</sub>) és a réz-oxid (Cu<sub>2</sub>O) műszaki nevén kuprox.

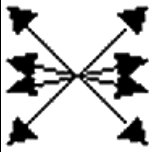
Az **elemi félvezető anyagok** közül leggyakrabban a **szilíciumot** (Si) említjük. A legfontosabb érv alkalmazása mellett az a tény, hogy oxidja, a szilícium-dioxid stabil vegyület és emellett kiváló passzíváló és elektromos szigetelő anyag. Ezért integrált áramkörök gyártásához a szilícium szinte ideális alapanyag. A szilícium-eszközök széles hőmérséklet tartományban alkalmazhatók. A maximális hőmérséklet, melyen még üzemképesek maradnak, 175 °C. E felett a diffúziós folyamatok felgyorsulása miatt az eszköz élettartama rohamosan csökken.

A **vegyület-félvezetők** döntő része az **AxB<sub>8-x</sub>** képlettel jellemezhető. A legjellemzőbb vegyület félvezetők az alábbiak:

$x=1$  AgCl, CuBr, KBr, LiF.

$x=2$  esetén az alábbi vegyület félvezetők a leggyakoribban: CdS, CdSe, CdTe; ZnS, ZnSe, ZnO; HgTe, HgSe,

$x=3$  esetén a vegyület félvezetők legfontosabb képviselőihez jutunk: bármelyik-bármelyikkel létrehozhat vegyület félvezetőt.

|    |                                                                                     |   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|---|
| B  |  | N |
| Al | P                                                                                   |   |
| Ga | As                                                                                  |   |

|    |    |  |
|----|----|--|
| In | Sb |  |
|----|----|--|

A csoport legismertebb tagja a **gallium-arzenid** (GaAs). Nagy mozgékonyasága miatt elsősorban mikrohullámú eszközök alapanyaga. A GaAs-et 1929-ben fedezték fel. Félvezető eszköz alapanyagaként azonban jóval később kezdték használni. A gallium (Ga) a földkéregben található, tonnánként körül-belül 10-15 gr. Főleg bauxitból nyerhető ki és a **tímföldgyártás melléktermékének** tekinthető.

Az arzén (As) régóta ismert elem, több ásvány alkotórésze. A megfelelő tisztaságú As előállítása nagyon nehéz, mert a kén (S) eltávolítása sok gonddal jár. Mind a Ga, mind az As nagyon mérgezőek. Felhasználásuk nagy körültekintést igényel. Szobahőmérsékleten a Ga folyadék, míg az As gáz. Komoly gondot okoz tökéletesen 1:1 arányú vegyületükből gyémántkristályos félvezető anyagot előállítani.

További vegyület-félvezetők is léteznek, melyek az **AIVBVI** képlettel jellemezhetők. Ezek közé tartozik a **PbS**, **PbSe** és **PbTe**. A vegyület-félvezetők között lehetnek **AIBVI** képlettel jellemezhetők is. Ezek közé tartozik a **CuS**, **CuO** és **Cu<sub>2</sub>O**.

A **szilárd oldatok** kettőnél több komponenst tartalmaznak. Három komponens esetén képletük lehet **AxB<sub>8-x</sub>C<sub>8-x</sub>** vagy **AxB<sub>x</sub>C<sub>8-x</sub>**. Ilyen például a **GaAsP**, illetve az **InGaSb**. Négy komponens esetén a képlet **AxB<sub>x</sub>C<sub>8-x</sub>D<sub>8-x</sub>**-alakú. Ilyen **félvezetők a LED-ek** alapanyagaként használt **AlGaPAs**, de hasonló a **ZnCdSeTe** is.

1. Táblázat. Világító diódák (LED) alapanyagai és nyitófeszültségük

| A LED színe  | Alapanyaga                                | Nyitófeszültsége (V) |
|--------------|-------------------------------------------|----------------------|
| infravörös   | GaAs                                      | 1,0-1,5              |
| sötétpiros   | GaP:ZnO                                   |                      |
| sötétpiros   | GaAs <sub>0,62</sub> :P <sub>0,38</sub>   | 1,5-1,8              |
| világospiros | GaAs <sub>0,6</sub> P <sub>0,4</sub> :GaP | 2,0                  |
| narancs      | GaAs <sub>0,35</sub> P <sub>0,65</sub> :N |                      |
| sárga        | GaAs <sub>0,15</sub> P <sub>0,85</sub> :N | 3,5                  |
| zöld         | GaP:N                                     | 2,5-3,0              |
| kék          | SiC                                       |                      |

## 2. Félvezető elektronika történelme

Az elektronika száz éves „fejlődése”, alapvető fizikai elvek változása:

1. Elektromágnessel mozgatott mechanika
2. Elektromos és mágneses erőterrel, vákuumban mozgatott elektron
3. Szilárd testben mozgó, potenciáltrekekkel vezérelt elektron

### 2.1. Elemi számolásokat végző eszközök a félvezetőket megelőző időkben

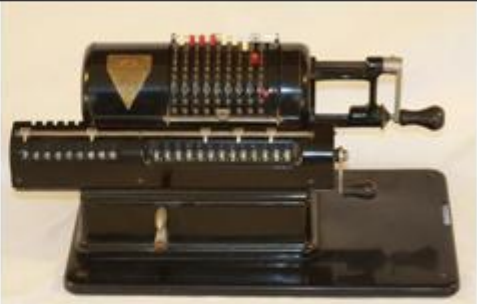
Az elektronikai berendezésekben (hírközlő, számítástechnikai) alapvető áramkörü feladatok az egyenirányítás, az erősítés, és az igen-nem kapuk. Ezeket diódák és triódák adott kapcsolásaival lehet megoldani. Az 1910-es



évektől ezeket a feladatokat a hírközlő, híradástechnikai berendezésekben külön álló vákuumcsövekkel, (diódákkal, triódákkal) majd az 1950-es évektől félvezető diódákkal és tranzisztorokkal valósították meg.

A mechanikus számológépeket (a XX század elejétől a második feléig), amelyeknek a négy alpművelet (összeadás, kivonás, szorzás, osztás, mechanikus működésre visszavezetve) minél több számjegyre történő elvégzése volt a feladatuk, kezdetben emberi „meghajtással”, később viszont elektromos „meghajtással” működtették. Röviden érdemes áttekinteni, hogy milyen mechanikus megvalósítások voltak korábban.

### 11.1. ábra - Asztali számológépek a négy alpműveletre.

|                                                                                    |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |
| a) Kézi asztali számológép;<br><u>Triumphator 1900-as évek eleje</u>               | b) Kézi asztali számológép;<br><u>Marchant 1920 körül</u>                           |
|  |  |
| c) Elektromechanikus számológép;<br><u>Marchant 1950-es években</u>                | d) Elektromechanikus számológép;<br><u>Marchant 1960-as években</u>                 |

[http://en.wikipedia.org/wiki/Marchant\\_Calculator](http://en.wikipedia.org/wiki/Marchant_Calculator)

## 2.2. Félvezető elektronikai elemek, összetett áramkörök és eszközök részletes ismertetése

A rádiócsöveknek, valamint a félvezető diódáknak és tranzisztoroknak reménykeltő alkalmazási lehetőségének látszott az 1940-es évek végétől a számítástechnika. Annak megértése érdekében, hogy milyen felfedezések és fejlesztések tették lehetővé az elektronikai eszközöknek olyan szintre emelkedését, hogy felválthassák az elektromechanikus számológépeket, és a csöves hírközlő eszközöket, áttekintjük azokat az eredményeket a gyártástechnológia és az alkalmazás technológia terén, amelyek ezt biztosították. A napjainkig tartó intenzív fejlesztések pedig nagyságrendekkel nagyobb teljesítőképességek elérésére adtak lehetőséget a számítástechnika és a tömegkommunikáció terén. Ezek sorban a következők voltak:

Bipoláris tranzisztor és jelentősége az elektronikus áramkörökben

A bipoláris tranzisztor 3-kivezetésű elektronikai alkatrész. Működése során mindkét típusú töltéshordozó, az elektronok és lyukak is szerepet játszanak. Erősítőben, szabályzó és kapcsoló áramkörökben használják. Leginkább szilíciumból készítik.

Szigetelőréteges térvezérlésű tranzisztor vagy MOSFET

A MOSFET (**M**etal**O**xide**S**emiconductor, magyarul: fém-oxid félvezető) a belső rétegek sorrendjére (**F**ield**E**ffect**T**ransistor, magyarul: térvezérlésű tranzisztor), a tranzisztor működési elvére utal. Az unipoláris tranzisztorok működésénél a többségi töltéshordozóknak van szerepe. A modern (mind analóg, mind digitális) **integrált áramkörök döntő többsége növekményes MOS** tranzisztorokból épül fel. A szigetelő oxidréteg átütési szilárdsága alacsony, mivel igen vékony a kiképzése, ezért a diszkrét MOS tranzisztort védeni kell az elektrosztatikus feszültségektől, amelyek tönkre tudják tenni az alkatrészt.

## 11.2. ábra - Az elektronikai alkatrészek első nyolcvan éve képekben. Első, második generáció



<http://www.uobkupartnership.talktalk.net/page13.htm>

Az **integrált áramkör** (röviden **IC**, az angol *Integrated Circuit* rövidítéséből) félvezető lapkán (esetleg lapkákon) kialakított nagyon kicsi méretű áramkör. Tipikus alkatrésze az **integrált tranzisztor**. Ebbe a kategóriába sorolhatóak a **multichip modulok** is, melyek egyetlen tokban **több chipet** is tartalmazó áramkörök.

Az integrált áramkörök napjainkban **planár**, azaz réteges technológiával készülnek. Tipikus technológiai lépések a **rétegleválasztás, fotolitográfia, maratás, a diffúzió és az ionimplantáció**. Az integrált áramkör tipikus alkatrésze a tranzisztor. A hagyományos passzív elemek, mint az ellenállás, a kapacitás és a tekercs a tranzisztor méretéhez képest jóval nagyobb helyet foglalnak el, emiatt ezeket ritkán használják. **Logikai áramkörökben gyakran csak tranzisztorok találhatók.** Az ellenállások és kondenzátorok bizonyos megszorítások mellett tranzisztorokkal helyettesíthetők.

A fejlesztések első eredménye az alpműveleteket végző számológépek, majd a tudományos zsebszámológépek terén jelentkeztek az 1970-es évek elején:

## 11.3. ábra - Zsebszámológépek

|                                                                                    |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |
| a) Elektronikus zsebszámológép<br>Sharp –EL805; 1970-es évek                       | b) A világ első tudományos<br>zsebszámológépe: HP-35; 1972                          |
|  |  |
| c) Elektronikus számológép;<br>napjainkban is.                                     | d) Elektronikus zsebszámológép<br>CASIO; 1990                                       |

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Számológép>

Zsebszámológépek az alapműveletek elvégzésére és a tudományos igények (függvényeket, egyszerű programozási lehetőségeket tartalmazó) kielégítése számára.

Az exponenciálisan fejlődő kicsinyítés legfontosabb mozgatórugója az a felismerés volt, hogy az elemek méretének a csökkenésével nő az integrált áramkörök sebessége. Az integrált formában megvalósított áramkörök megbízhatósága és az integrálható alkatrészek számának növekedése lehetővé tette az egyre komplexebb funkciók megvalósítását.

A **planár technológia** kialakulása minden várakozást felülmúló fejlődést mutatott. Az első tús bipoláris tranzistor 1947-ben, az első **monolit integrált áramkörök** 1958-ban jelentek meg. Fejlesztésük a Royal Radar Establishment, az M.I.T. és a Texas Instruments kutatásainak köszönhető.

- Az **SSI (Small-Scale Integration)** áramkörök még 50-100 alkatrészt tartalmaztak chip-enként. Tipikus képviselői a logikai kapuk.

- Az **MSI (Medium-Scale Integration)** áramkörök 500-1000 alkatrész tartalmaznak chip-enként. Bonyolultabb feladatok megoldására készültek, például léptető regisztert, multiplexert készítettek így.

- Az **LSI (Large-Scale Integration)** áramkörök pedig már 1000-10 000 alkatrészt integráltak egyetlen szilícium-lapkán. Komplex feladatok ellátását biztosító áramköröket, például szorzókat készítenek ezen a szinten.

-A **VLSI (Very Large-Scale Integration)** áramkörök képesek voltak 10 000-100 000 alkatrészt egyetlen chip-re integrálni. Ezekben az áramkörökben az **alkalmazott vonalszélesség** már kisebb volt, mint 1  $\mu\text{m}$ . Ezeket már univerzálisan alkalmazhatóra tervezték, azaz nem egyetlen részfeladat elvégzésére. Tipikus képviselője a mikroprocesszor.

- Ma már az ULSI (**Ultra-Large-Scale Integration**) áramkörök több milliárd tranzisztort tartalmaznak. **Ezzel a MOS tranzisztorok kicsinyítése fizikai határokat ért el.** A processzor megmunkálásánál alkalmazott fény hullámhossza 193 nm (argon fluorid lézer), a megmunkálási szélesség 50 nm alatti.

#### 11.4. ábra - Az INTEL 386, 486, Pentium 4, és a Pentium D processzorainak legfontosabb adatai.

|                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                   |                                                                                                     |
| <p>a) <b>Intel 80386</b>; 1985-2007. Méret: 1.5µm - 1µm; Órajel: 12-40 MHz<br/><a href="http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel_80386">http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel_80386</a></p> | <p>b) <b>Intel 80486</b>; 1989-2007; Méret: 1.0µm – 0,6µm; Órajel: 16-100 MHz<br/><a href="http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel_80486">http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel_80486</a></p> |
|                                                                                                  |                                                                                                    |
| <p>c) <b>Pentium 4</b>; 2000-2008; Méret: 180-65 nm; Órajel: 1,30–3,80 GHz;</p>                                                                                                    | <p>d) <b>Pentium D</b>; 2005-2008; Méret: 90-65 nm; Órajel: 2,66-3,73 GHz; 2 mag</p>                                                                                                  |

2. Táblázat. A legfontosabb, legismertebb, korábbi Intel processzorok

| Processzor típusa | Bemutatójuk éve | Részletes leírása                                                                               |
|-------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Intel 80386       | 1985            | <a href="http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel_80386">http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel_80386</a> |
| Intel 80486       | 1989            | <a href="http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel_80486">http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel_80486</a> |
| Pentium 4         | 2000            | <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Pentium_4">http://en.wikipedia.org/wiki/Pentium_4</a>     |
| Pentium D         | 2005            | <a href="http://hu.wikipedia.org/wiki/Pentium_D">http://hu.wikipedia.org/wiki/Pentium_D</a>     |

Egy mai korszerű IC gyártó sor költségei olyan hatalmasak, hogy azokat csak a világ vezető elektronikai alkatrész-gyártói képesek finanszírozni. Gyakran ők is csak szoros együttműködésben. A fejlődés mozgatórugója a második világháború óta a hadiipar volt. Talán ma már bízhatunk abban, hogy ezt a szerepet az űrkutatás vette át.



A 2006-2012 közötti fejlesztések néhány reprezentánsát, és azok legfontosabb adatait tartalmazza a következő ábra. Az első a kereskedelmi forgalomba kerülés éve. Ezt követik a műszaki adatok: a litográfia útján elérhető „vezeték” vastagság, ami 45 nm-ről 22 nm-re csökkent, az órajel frekvenciáját, ami 2,7-3,4 GHz közötti már, a chip területe, amit hat év alatt 258 mm<sup>2</sup>-ről 160 mm<sup>2</sup>-re csökkentettek, a rajtuk megvalósított tranzisztorok számát pedig 1,4 milliárdra növelték.

**11.5. ábra - 2006-2012 közötti fejlesztések: Pentium DualCore, AMD Phenom II, Core i5, Core i7.**

|                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      |                                                                   |
| <b>a) Pentium Dual-Core;</b> 2006, dual-core, Méret: 45 nm; Órajel: 2,7 GHz; Felület: 258 mm <sup>2</sup> .                                           | <b>b) AMD Phenom II, 955 Black Edition;</b> 2008, quad-core, Méret: 45 nm; Órajel: 3,2 GHz.                                                         |
|                                                                     |                                                                  |
| <b>c) Core i5-2550K; Sandy Bridge;</b> 2011 január; quad-core, Méret: 32 nm; Órajel: 3,4 GHz; 1,16 milliárd tranzisztor; Felület: 216 mm <sup>2</sup> | <b>d) Core i7-3770T Ivy Bridge;</b> 2012. április; quad-core, Méret: 22 nm; Órajel: 2,5 GHz; 1,4 milliárd tranzisztor; Felület: 160 mm <sup>2</sup> |

3. Táblázat. A legújabb processzorok

| Processzor típusa       | Bemutató éve | Részletes leírása                                                                                                                                                       |
|-------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AMD Phenom              | 2008         | <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_AMD_Phenom_microprocessors">http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_AMD_Phenom_microprocessors</a>                           |
| Intel Pentium Dual-Core | 2006         | <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Pentium_Dual-Core_microprocessors">http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Pentium_Dual-Core_microprocessors</a> |
| Intel Core i5           | 2011         | <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Core_i5_microprocessors">http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Core_i5_microprocessors</a>                     |
| Intel Core i7           | 2012         | <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Core_i7_microprocessors">http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Core_i7_microprocessors</a>                     |

## 2.3. Szilárdtest elektronika, infokommunikációs eszközök és technológiák történelme

Először részletesebben összefoglaljuk a szilárdtest fizikára alapozódó elektronika fejlődésének mérföldköveit, összevetve az ezeket alkalmazó híradástechnikai, infokommunikációs eszközök és szoftverek fejlődésével kialakuló rendszerekkel, világot behálózó szolgáltatásokkal.

**1957: MOSFET** (=MOS tranzisztor) szabadalom

**1958: JFET** szabadalom

**1960: Első Small-Scale Integration (SSI)** áramkörök megjelenése (< 100 elem)

**1961.** április 25: az amerikai szabadalmi hivatal megadta az első szabadalmat Noyce-nak az „egységes áramkörre” (unitary circuit)

**1965.** április 19. Gordon E. Moore az Electronics Magazine-ban megfogalmazza a **Moore törvényt**.

**1966: Első Medium-Scale Integration (MSI)** áramkörök megjelenése ( $n \times 100$  elem; 30 tranzisztoros egység)

**1969: Első Large-Scale Integration (LSI)** áramkörök megjelenése. Mikroprocesszor kezdet; Intel, Andrew Grove (*Gróf András*) ( $n \times 1000$  elem; 300-1000 tranzisztoros egység)

**1972.** Elkészül az első e-mail program

**1974** megjelenik először az „internet” kifejezés.

**1975: Első Very Large-Scale Integration (VLSI)** áramkörök megjelenése. ( $n \times 10000$  elem, 65000 tranzisztoros egység)

**1981:** Az **első PC** megjelenésének éve. A ma használt IBM PC-kompatibilis számítógépek (**PC/XT, AT, ATX** és **PS/2**) többsége **Intel** vagy **AMD** processzorokkal működik.

**1985-1986** Kiepitik világ internet céljából az NSF 6 szuperszámítógép központját, és az így kialakult hálózatot (mely az NSFNET nevet kapta) összekapcsolták az ARPANET-tel.

**1990. november 12.** Tim Berners-Lee kiad egy előterjesztést a World Wide Web-bel kapcsolatban. 1990. november 13. Létrejön **az első ismert weblap**.

**1991.** február 26. – Tim Berners-Lee bemutatja az **első webböngészőt**. március 4. – A World Wide Web legprimitívebb formája már **online működik**.

**1992.** december 3-án – küldte el mobiltelefonjáról Neil Papworth brit mérnök az első rövid szöveges üzenetet, röviden **SMS-t**, a távközlés egyik történelmi lépéseként.

**1993.** március 22. – Az Intel kiadja az **első Pentium chipeket**, melyeknek 16 x 16 mm-es lapkáin 3,1 millió tranzisztor foglal helyet. április 30. – A CERN bejelentette, hogy a **Világhálómindenki számára szabad és ingyenes**.

**1994.** szeptember 21. – A **Windows NT 3.5**-öt kiadják.

**1994.** január. Működik a **Yahoo!** egy internetes portál és katalógus.

**1995.** május 23. – A **Java** programozási nyelv „elindul”. augusztus 24. – Forgalomba kerül a **Windows 95**. szeptember. – Bejelentik az **első DVD-k** kiadását.

**1996.** Az **IRCNet** létrejött.

**1997.** Május 11. – Az IBM Deep Blue számítógépe legyőzi **Garry Kaszparovot**. Ez az első eset, hogy egy gép hivatalos páros mérkőzésen legyőzi az emberi **sakk** aktuális világbajnokát.

**1998.** Bemutatják az első működő 2 qubites kvantumszámítógépet a kaliforniai Berkeley egyetemen. Megszületik a **Windows 98** operációs rendszer.

**1998.** Larry Page és Sergey Brin megalapítja **Google** keresőt.

**1999.** március 26. – A **Melissa féreg** megtámadja az **Internetet**. Bemutatták az első működő **3 qubites kvantumszámítógépet** az IBM Almaden kutatóközpontjában.

**2002** Első Intel P4 processzor megjelenése (55 millió tranzisztor)

**2002.** április 14. – A **WIW közösségi weboldal** elindulása. július 19. – Megjelenik a Vorbis **audiotömörítési eljárás első verziója**.

**2003.** július 8. – elindult a **magyar Wikipédia** az új szerveren. július 14. – kiadják a **Gentoo Linux 1.4-es verzióját**.

**2004.** február 4-én kezdte működését a **Facebook** amerikai alapítású ismeretségi hálózat

**2004.** június 17. – Megjelenik az **első „bluetooth”**-on keresztül terjedő mobiltelefonra írt **vírus**.

**2005-ben** a **Skype-ot** 1,9 milliárd euróért megvette az eBay és azóta „fejlődik” a világban.

**2005** 65 nanométeres processzorok megjelenése.

**2006.** októberében a Obvious Corp. létrehozza a **Twitter** ismeretségi hálózatot és mikroblog szolgáltatást.

**2007.** július 29-én Az Apple által gyártott okostelefon (**iPhone**) első változata piacra kerül.

**2008.** Az AMD 45 nanométeres processzorainak megjelenése.

**2010.** január 27. Az **Apple iPad** táblagép piacra kerül.

**2010.** *Integrált áramkörök, memóriák, képfeldolgozó eszközök egyesítve:* **Rendszer-egy-chipen** (System-on-a-chip, **SoC**)

**2011** **Ultra-Large-Scale Integration** (ULSI) áramkörök megjelenése. (Intel i5 2500K, 1.16 milliárd tranzisztor)

**2012.** második félév. Processzor verseny: **Intel 22 nanométeres** csíkszélességgel készülő **Ivy Bridge** processzorokat gyárt, 32 nanométeres Exynos és **28 nanométeres Snapdragon S4** processzorok. **Samsung 20 és 14 nanométeres** gyártósorokat hoz létre. Jóslat: **2015 utánra** pedig már az **5 nanométeres technológia** is alkalmassá válhat sorozatgyártásra.

**2012.** szeptember 21-én került piacra az **iPhone 5**.

## 2.4. Az infokommunikációs eszközök és technológiák részletesebb bemutatása

A következőkben bemutatjuk az **1980-2012 között** legnagyobb példányszámban megjelenő **infokommunikációs eszközöket**, amelyekkel az **egyre nagyobb sebességet és tárhelyet igénylő programok és kommunikációs csatornák valósulhatnak meg**.

A **személyi számítógép** (angolul *personal computer*, **PC**) olyan számítógép, amely nem egy központi számítógép munkaállomása, hanem önálló, egyetlen személy (az ún. végfelhasználó) által kezelt, hordozható méretű gép, saját billentyűzettel, processzorral, operatív memóriával és monitorral. Létrehozásához a számítógép elektronikájának miniaturizálódása és lényegesen kisebb előállítási költsége volt szükséges, ami a nyomtatott áramkörök és a mikroprocesszorok megjelenésével lett elérhető.

1974-ben az Altair 8800 volt az első szériában eladható gép.

1981: Az első PC megjelenésének éve. A ma használt IBM PC-kompatibilis számítógépek többsége Intel vagy AMD processzorokkal működik,

1980-1990-es évek Apple II, a Commodore PET és a Commodore 64.

### 11.6. ábra - Az első személyi számítógép, az IBM PC 5150-es, 1981

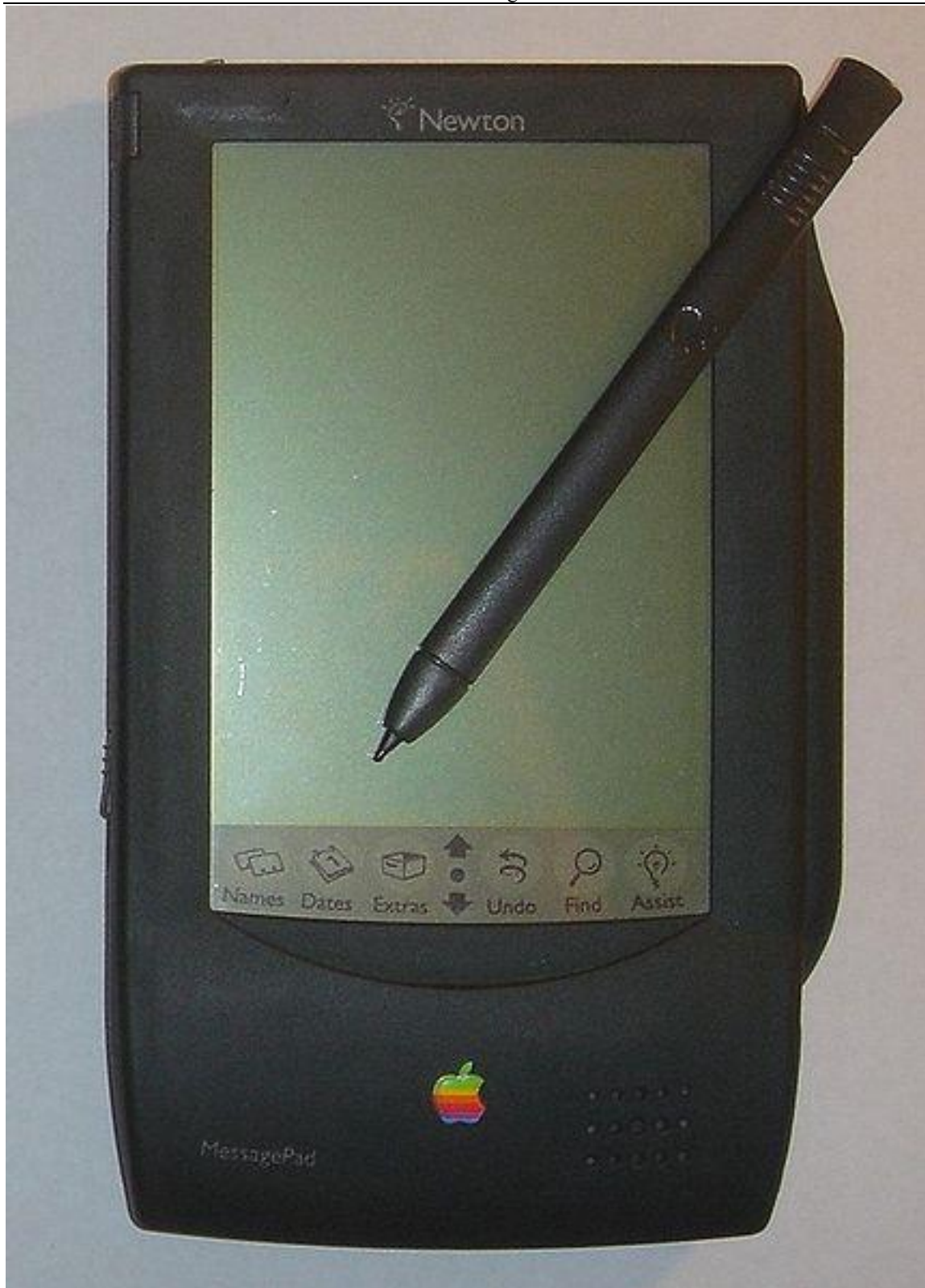


[http://en.wikipedia.org/wiki/File:IBM\\_PC\\_5150.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:IBM_PC_5150.jpg)

A **digitális személyi asszisztens (Personal Digital Assistant, innen a PDA)** (más megnevezéssel: Pocket PC, rövidítve PPC, néhol P/PC) egy tenyérben elférő, kisméretű számítógép, amely alapvetően személyes információk rögzítésére, tárolására, kezelésére és gyors visszakeresésére alkalmas (Microsoft Windows CE operációs rendszerrel. Jelenleg már több ezer Pocket PC-n futtatható szoftver létezik). Egyesek rendelkeznek mobiltelefon képességgel is, tartalmaznak GPS vevőt, RFID olvasót, vagy digitális fényképezőgépet és WEB böngészőt is. A PDA egy infravörös port vagy egy USB kábel segítségével csatlakoztatható az asztali géphez, továbbá Wi-Fi és Bluetooth hálózati csatlakozási lehetőséget is tartalmazhat.

### 11.7. ábra - PDA. Apple Newton MP100. 1992-ben





<http://pdadb.net/index.php?m=pdahistory>

**11.8. ábra - PDA. HP-Jordan 728. 2002-ben**



<http://pdadb.net/index.php?m=pdahistory>

### 11.9. ábra - PDA. Samsung SCH-R880 Acclaim Specs. 2009-ben



<http://pdadb.net/index.php?m=pdahistory>

Speciális példa napjainkból **digitális személyi asszisztensre: Dell Axim x51v.**

2007 szeptembere óta kapható a Dell Axim x51v. A készülék 3,7 colos, 640×480 pixel felbontású színes TFT képernyőt, 624 MHz-en futó Intel Xscal PXA270 processzort, 336 MB memóriát (256 MB flash, 64 MB RAM) tartalmaz. Kapcsolatai: 802.11b Wi-Fi, Bluetooth 1.2. További szolgáltatásai: Intel 2700G grafikus kártya 16 MB videomemóriával, CompactFlash (CF) és SecureDigital (SD) kártyabővítés, 1100 mAh teljesítményű akkumulátor.

**Okostelefon ( smartphone )** PC-szerű funkcionalitást nyújtó mobiltelefon. Két alapvető dologban különböznek a hagyományos mobiltelefonoktól: ahogyan összerakják őket, és amire képesek. Képességek közé tartozó szolgáltatások: valamilyen plusz beviteli felület, mint egy miniatűr QWERTY billentyűzet, érintőképernyő vagy D-pad, beépített fényképezőgép, névjegyzék, gyorsulásmérő, beépített navigációs hardver és szoftver, üzleti dokumentumok olvasásának képessége, médialejátszó zene lejátszásához, fényképek és videoklipek nézegetéséhez, internetböngésző, biztonságos módszer az üzleti levelezés kezelésére. A legtöbb okostelefonon lehetséges akár 5000 nevet tárolni.

Az okostelefonokon található operációs rendszerek közé tartozik a Symbian OS, az iPhone OS, a RIM BlackBerryje, a Microsoft Windows Phone, a Linux, a Palm WebOS és a Google-féle Android. Az Android és a WebOS Linux alapra épül, az iPhone OS pedig a Unix-rokon BSD és NeXTSTEP operációs rendszerekből származtatható.

Speciális példa napjainkból **okostelefonra: iPhone.** A készülék jellemzői:

Az **iPhone** egy, az Apple által tervezett, és gyártott okostelefon. Első változata 2007. július 29-én került kereskedelmi forgalomba. A legfrissebb generációja, az iPhone 5 2012. szeptember 21-én került piacra. Funkcionálhat egy videokameraként, kamerás mobiltelefonként, hordozható média lejátszóként, illetve

Internetes kliensként. Képes maileket küldeni és fogadni, teljes funkcionalitású HTML böngészővel és továbbá képes mind Wi-Fi és mobilhálózaton történő adatforgalom továbbítására. A készülék felhasználó felülete (User Interface) egy 3'5 colos, illetve az iPhone 5 esetében 4 colos retina TFT LCD, kapacitív érintő-kijelzőre épül, amely magában foglal egy virtuális billentyűzetet is. Az iPhone-ra 2012-ben már több mint, fél millió, Apple által jóváhagyott alkalmazást (apps vagy applications) lehet letölteni az App Store-on keresztül.

#### 11.10. ábra - Egyszerűbb és bonyolultabb okostelefonok



<http://hu.wikipedia.org/wiki/PDA>; <http://pdadb.net/index.php?m=pdahistory>

1992-től készülnek az egyszerűbb és egyre bonyolultabb okostelefonok. Balról jobbra, felül: iPhone 3G, BlackBerry 8820, Nokia N78, Nokia N81; alul: Nokia N95, Nokia E65, Nokia N70

#### 11.11. ábra - Blackberry Storm (okostelefon)





<http://hu.wikipedia.org/wiki/Okostelefon>

**11.12. ábra - iPhone 4S No shadow (okostelefon)**





A **táblagép** vagy **tablet PC** egy hordozható számítógép, amelyet leginkább tartalomfogyasztásra fejlesztettek ki. Az eszköz méretéhez képest nagy kijelző mérettel rendelkezik, - amely növeli a felhasználóélményt -, azonban a kezelhetőséget nehezíti a hiányzó beviteli perifériák tartalomgyártás és szerkesztés esetén. Lényegében tulajdonságai és mérete alapján az ún. **marokkészülékek** (PDA, okostelefonok) és a **billentyűzettel rendelkező netbookok** közé helyezhető.

Az elvárt jellemzők közé a következő tulajdonságok tartoznak:

1. Nincs beépített billentyűzet, helyette **érintőképernyő virtuális klaviatúrával**.
2. **Színes kijelző**.
3. **Vezeték nélküli kapcsolat** (rendszerint **wi-fi**).
4. Minimális vezetékes ki- és bemenet (rendszerint **audiókimenet és USB-port**, ami ideális esetben töltő csatlakozás is).
5. **Több órák üzemidő** (a mobilitás érdekében tartós akkumulátor).
6. Média fájlokat lejátszik és Internet böngészésre alkalmas.
7. Egyes újabb modelleknél **GPS és beépített kamera**.

### 11.13. ábra - Apple iPad Event 03



<http://www.clickformedia.co.uk/?p=3355>

Speciális példa napjainkban: **Apple iPad**:

Az **Apple iPad** az **Apple cég által gyártott táblagép** Márkanéve sokáig nem volt végleges, az *iTablet* név is közszájon forgott, de a legelterjedtebb az *Apple Tablet* név volt. A készülék bemutatása 2010. január 27-én történt meg. Az Apple 2011. március 2-án jelentette be az iPad 2-t. Az újdonságok közé tartozik a kétféle A5 processzor, elülső és 720p felbontású hátsó kamerák, 1080p-es képernyőklónozás. Az eredeti iPad 13,4 mm-éhez képest 8,8 mm-re csökkentették az eszköz vastagságát. A készülék üzemideje 10 óra. Kijelzője 9,7 hüvelykes, 1024×768 pixeles felbontású. Vastagsága fél hüvelyk, ami 1,27 centiméter, tömege 780 gramm.

Az iPhone-hoz hasonlóan csak egy gomb van rajta, telefonálásra nem alkalmas, wifis és 3G-s (HSDPA) adatkapcsolatra viszont igen. Mobilinternettel internetezésre, filmnézésre, újság és könyv olvasására használható. Tartozékai a wifin kívül: Bluetooth, gyorsulásmérő, automatikus fényerő-szabályzó szenzor, digitális iránytű, GPS, mikrofon. Hangkimenete jack dugós, beépített hangszórókkal rendelkezik, és televízióhoz is csatlakoztatható. Az iBooks elektronikus könyvolvasóval az iPad készülék kijelzőjén animált lapmozgatással, jól olvashatóak a szövegek.

## 2.5. Perifériák az alapvető eszközök és technológiák „szolgálatában”

Az **érintőképernyő** egy olyan vizuális megjelenítő és egyben adatbeviteli felület, amelyet megérintve meghatározza az érintés koordinátáit és ez alapján vezérelhető az érintőképernyővel ellátott eszköz. Az érintőképernyőről akkor beszélhetünk, ha nem használunk közvetítő perifériát (pl.: egér vagy érintés érzékeny rajzpad) hanem közvetlenül érintjük meg a képernyőt ujjal vagy egy passzív segédeszközzel. Érintőképernyős megvalósítási formák a következők:

A **rezisztívtechnológia** esetében két eltérő töltésű átlátszó panelt egy szigetelő réteg választ el. Ez a szigetelő közeg levegő, és szigetelő pontokból álló háló tart távolságot a két réteg között.

A **kapacitív technológia** esetén már egy kemény átlátszó védő felület van (üveg vagy műanyag) ami alatt egy elektromos érzékeny háló vagy felület helyezkedik el (anyaga legtöbbször indium-trioxid és óndioxid). Így az átlátszó felület felett egy elektromos mező alakul ki. Ha ujjunkkal közelítünk a felülethez, akkor módosítjuk ezt a mezőt, és ezáltal jön létre a kapcsolat.

Az **optikai (infravörös) vezérlés során** az infravörös (LED) nyalábot kibocsátó rész mellé van beépítve az érzékelő is. A felület fölé helyezett (érintést végző) tárgy felületéről visszaszóródik a „fény” ezt az előző rendszer „érzékeli”, kiértékel.

PC beviteli perifériák

1. billentyűzet (*keyboard*)
2. egér (*mouse*)
3. hanyattgér (*trackball*)
4. rajzolótábla (*tablet*)
5. tapipad (*touchpad*)
6. irányítókar vagy botkormány (*joystick*)
7. játékvezérlő (*gamepad*)
8. (web)kamera
9. ujjlenyomat-olvasó
10. vonalkód-leolvasó
11. mikrofon (*mic*)
12. autós kormány (*wheel*)

PC kimeneti perifériák

1. monitor
2. projektor
3. nyomtató (*printer*)
4. rajzgép (*plotter*)
5. hangszóró

Háttértárak

1. Lemezes tárolók, lemezmeghajtók

2. Hajlékony lemez meghajtók
3. Merevlemez (winchester)
4. Optikai adattárolók

A **PIC mikrokontroller** a Microchip Technology cég által kifejlesztett Harvard architektúrájú programozható eszköz. Ez a mikrokontroller csökkentett utasításkészletű (RISC architektúrájú), ennek köszönhetően az utasításai gyorsan elsajátíthatóak.

**Universal Serial Bus (USB;** magyarul: univerzális soros busz). Manapság nagyon elterjedt számítógépes csatlakozó. Kidolgozását a vezető számítástechnikai vállalatok (Hewlett-Packard Company, Intel Corporation, LSI Corporation, Microsoft Corporation, NEC Corporation, ST-Ericsson) közösen kezdték 1994-ben. Előnyös tulajdonsága, hogy teljeskörűen Plug and Play, az összes operációs rendszer támogatja, és azonos felépítésű a PC és a Mac számítógép része. Átviteli sebességek - fizikai rétegben: Super speed: 5 Gbps 8b/10b kódolással további 2 érpár felhasználásával, USB-3.0. Átviteli sebességek - valós alkalmazásban. Super speed: max 400 MB/s, USB-3.0.

**Példák USB eszközökre:** Adattároló eszközök: pendrive. Külső merevlemezés CD-DVDíró. 3,5"-es hajlékonylemez. Webkamera, fényképezőgép. Tuner (tévénézéshez, video-digitalizáláshoz). Nyomtató, lapolvasó, kivetítő. Hangeszközök: hangkártya. Eger, billentyűzet. Vezetékes és vezeték nélküli hálózati adapterek. Soros-, párhuzamos-, infraport, bluetooth.

## 2.6. Internetes keresők, közösségi portálok

A **Google keresőt 1998-ban** Larry Page és Sergey Brin alapítja meg. Ez egy internetes keresőrendszer, amely egyúttal térképként, pénzváltóként, számológépként, naptárként, helyesírás-ellenőrzőként és szótárként is használható. Különlegességei közé tartozik a PageRank osztályozási módszer, a groups keresés, a képkeresés, térkép, notebook, gmail, fordító programok, chrome (nyílt forráskódú webböngésző), earth (ingyenes virtuális földgömb), Picasa (fotók szerkesztőprogramja). Elérhető mobiltelefonokon és PDA-kon.

A **Yahoo!** ("Yet Another Hierarchical Official Oracle") egy internetes portál és katalógus. David Filo és Jerry Yang alapította **1994 januárjában**. 1995 márciusa óta részvénytársaságként működik.

**Közösségi portálokból** kb. 150-200 jelentősebb van a Földön. Ezek közül a legnagyobb résztvevői létszámmal (2012 év vége) a következők rendelkeznek: Facebook (600 millió), Twitter (180 millió) (Portálok listája [http://hu.wikipedia.org/wiki/Közösségi\\_portálok\\_listája](http://hu.wikipedia.org/wiki/Közösségi_portálok_listája)).

## 3. A félvezető ipar fejlődése napjainkig

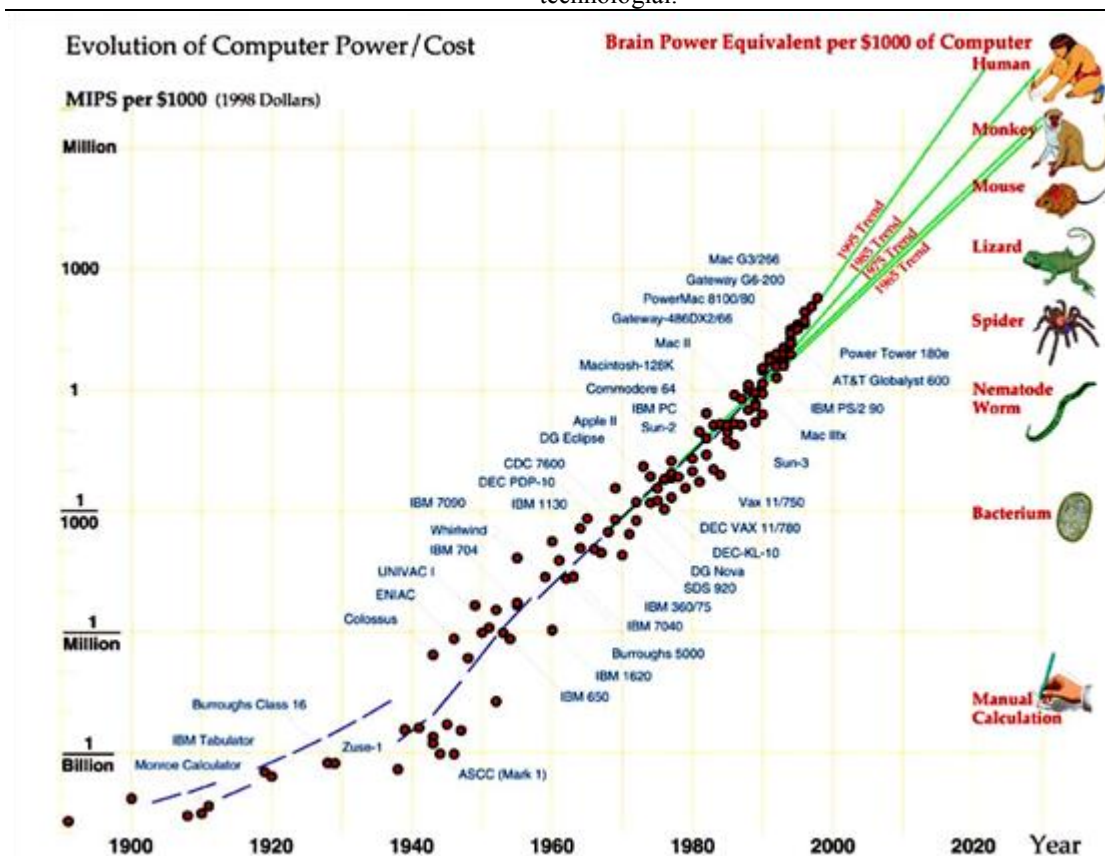
### 3.1. Moore törvénye

**Moore törvénye:** Gordon E. Moore, az Intel egyik alapítója, **1965-ben**, a 16 tranzisztort tartalmazó akkori IC-ből azt a kijelentést tette (leggyakrabban előforduló megfogalmazás), hogy az egységnyi felületre integrált **elemek száma (tranzisztorok száma** – ami használható a számítási teljesítmény durva mérésére), minden 1,5-2 évben megduplázódik **az évek folyamán**, viszont az **egy elemre vetített árexponenciálisan csökkenni fog**. Ez mindmáig érvényes!

Bár a Moore-törvény **először** egy megfigyelést és **előrejelzést** írt le, minél szélesebb körben lett ismert, annál inkább célként jelent meg az egész ipar számára. A félvezetőgyártók kutatórészlegei hatalmas energiákat fordítottak arra, hogy teljesítsék a meghatározott növekedési szinteket. Emiatt **a törvényt egy önmagát beteljesítő jóslatként is** felfoghatjuk. Rövidebb időskálára vetítve, a törvény heti 1 %-os ipari növekedést jelent.

**11.14. ábra - A számoló-, és számítógépek „teljesítményének” (élőlények agykapacitásában „mérve”) és „dollar egységben” mért árának párhuzamba állítása az eltelt évek „függvényében”.**

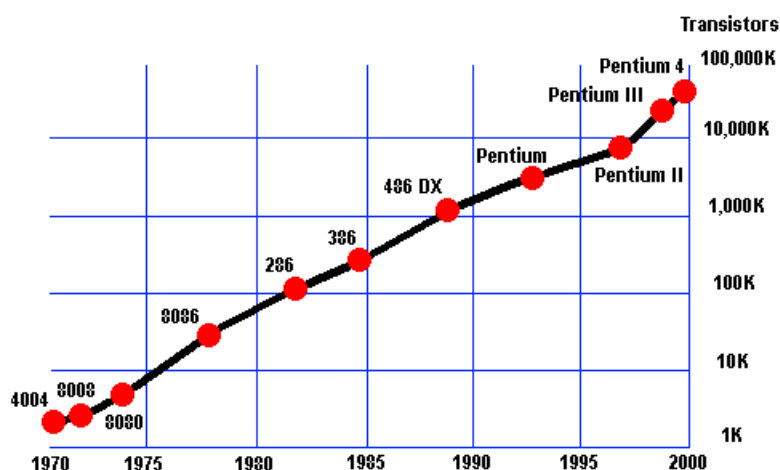




<https://community.emc.com/people/ble/blog/2012/02/21/moores-law-limit-reached>

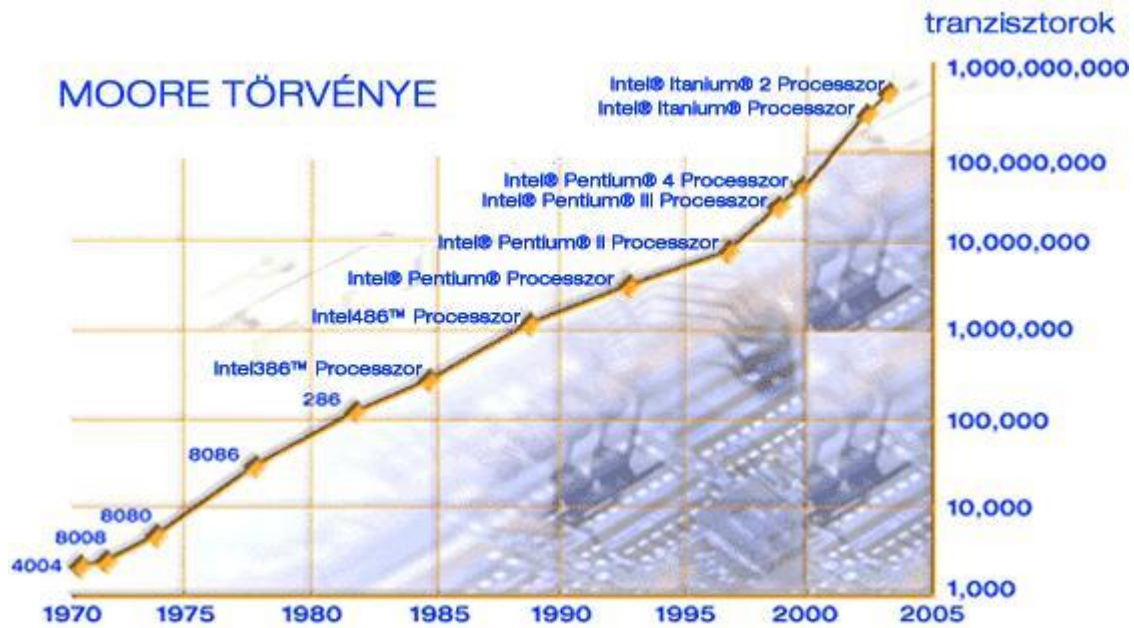
1995-ben a csíkszélesség még 500 nm volt, 2004 utolsó negyedévében a processzorok 130 és 90 nm-es technológiával készültek, 2005 végen pedig már voltak a 65 nm-es gyártósorok. 2008-ban megjelentek az AMD 45 nanométeres processzorai. 2012. második félévében az Intel 22 nanométeres csíkszélességgel az Ivy Bridge 32 nanométeres Exynos és 28 nanométeres Snapdragon S4 processzorokat gyárt. Samsung 20 és 14 nanométeres gyártósorokat hoz létre.

#### 11.15. ábra - Moore „törvénye” 2000-ig: Tranzisztorok egy chippen az évek „függvényében”



[http://www.sg.hu/cikkek/26374/a\\_moore\\_torveny\\_jovoje\\_meg\\_legalabb\\_10\\_evig\\_biztosított](http://www.sg.hu/cikkek/26374/a_moore_torveny_jovoje_meg_legalabb_10_evig_biztosított)

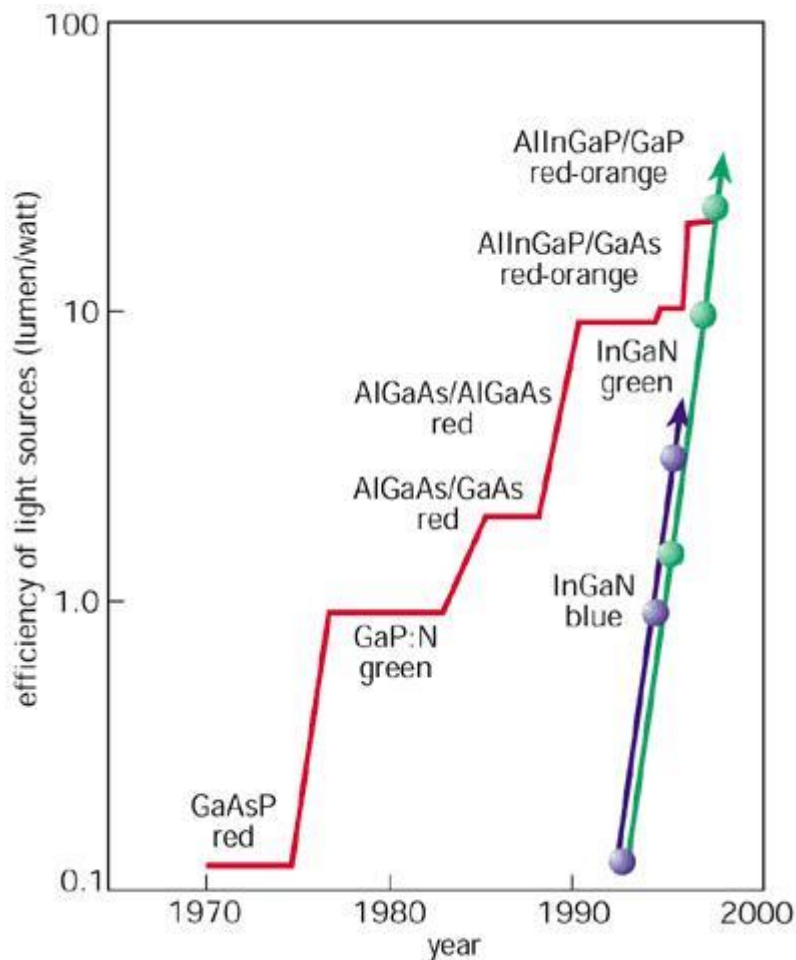
#### 11.16. ábra - Moore „törvénye” 2003-ig: Tranzisztorok egy chippen az évek „függvényében”



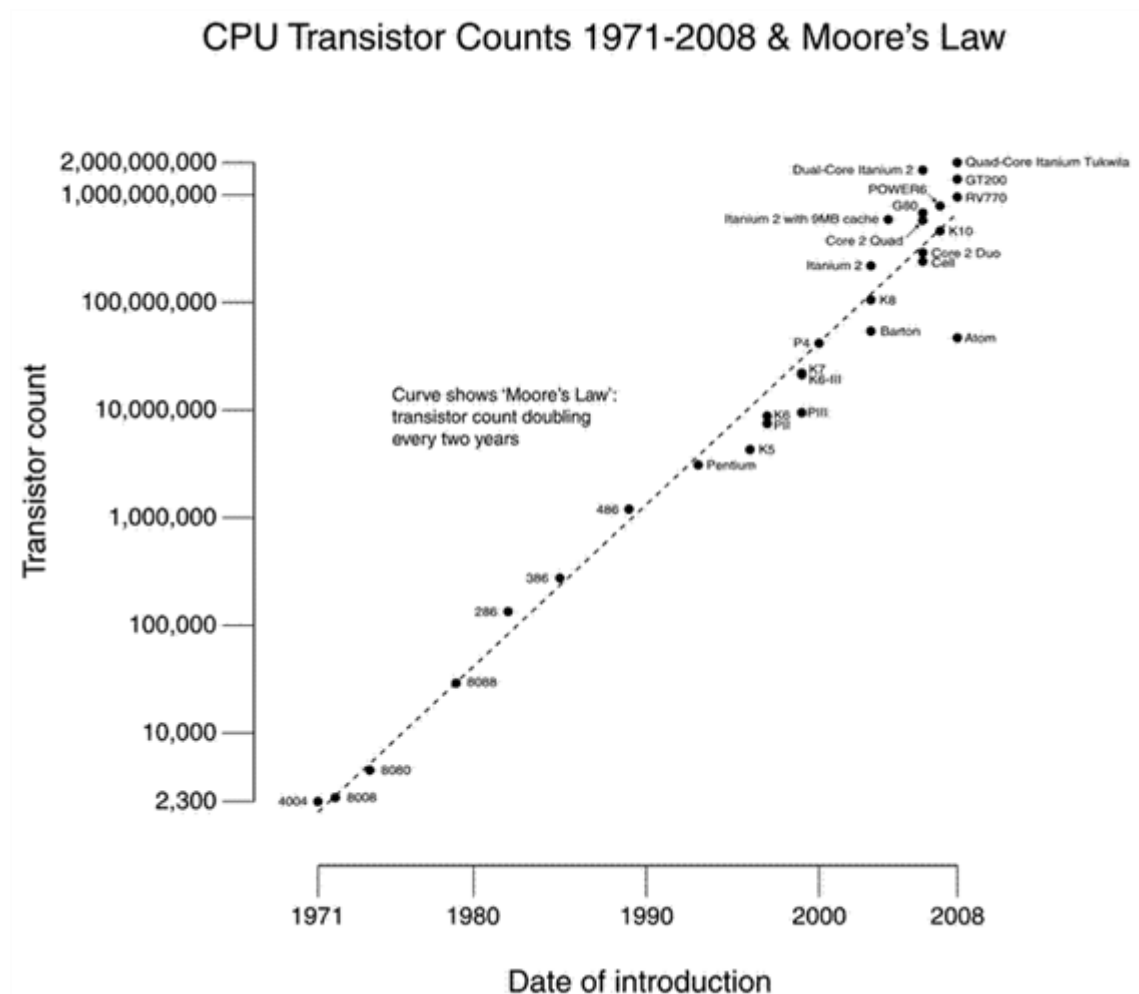
[http://www.berzsenyi.hu/mediawiki/index.php/Középszint\\_7.\\_tétel](http://www.berzsenyi.hu/mediawiki/index.php/Középszint_7._tétel)

<http://njtechreviews.com/2011/09/04/moores-law/>

**11.17. ábra - LED fényforrások intenzitás növekedése és a félvezető összetétel változás az évek során**

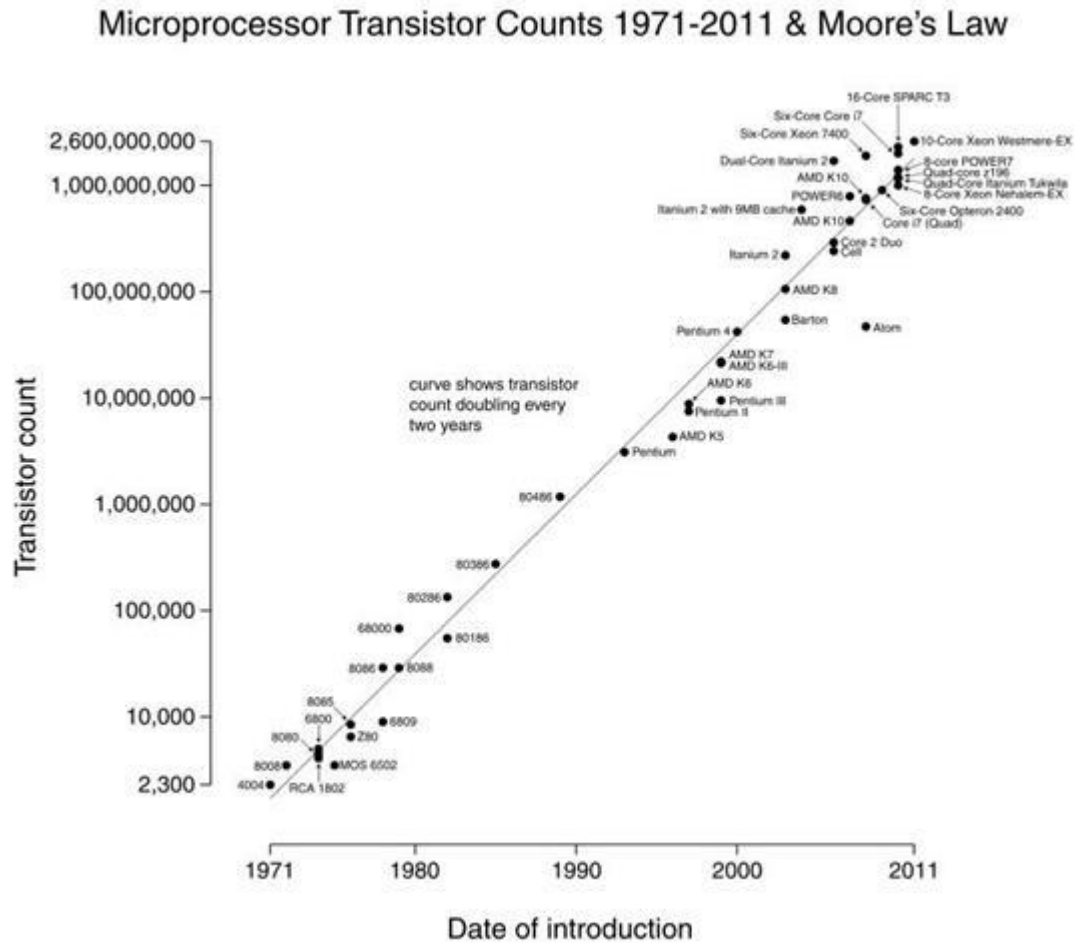


**11.18. ábra - Moore „törvénye” 2008-ig: Egy chipre integrált tranzisztorok száma az  
évek „függvényében”**



<http://blog.andrewboy.com/?cat=20&paged=3>

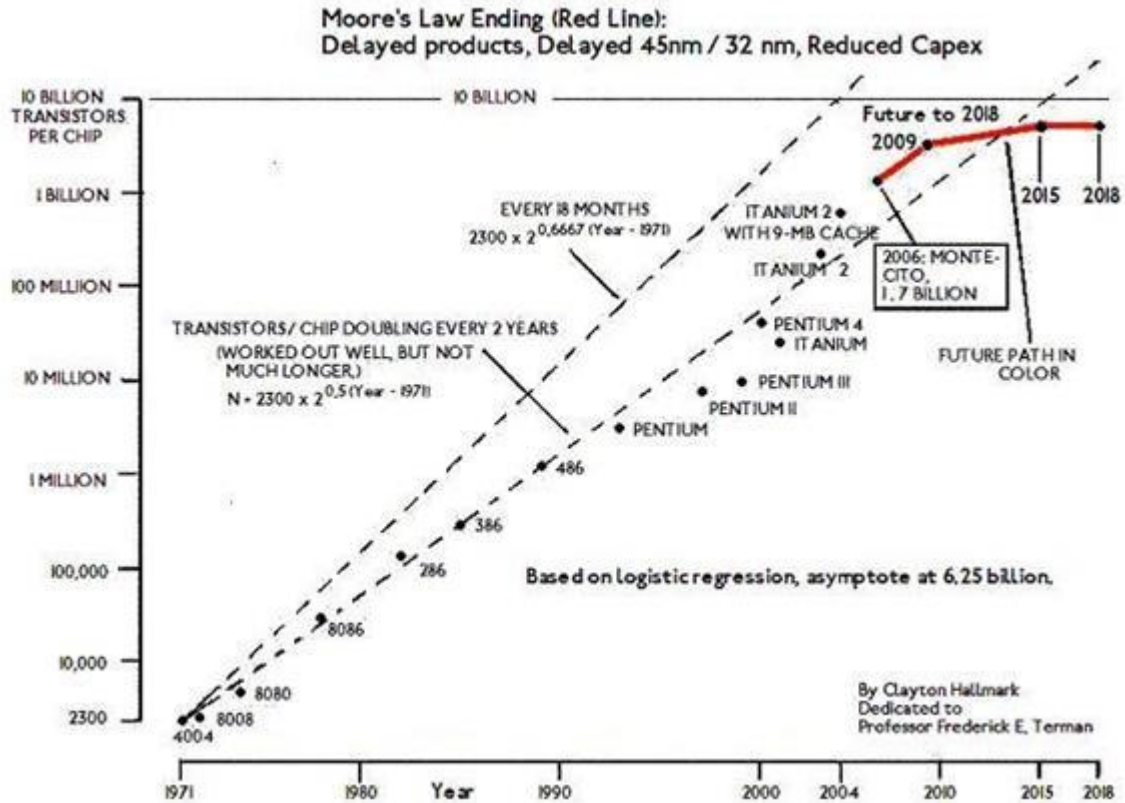
**11.19. ábra - Moore „törvénye” 2011-ig: Egy chipre integrált tranzisztorok száma az  
évek „függvényében”**



[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Transistor\\_Count\\_and\\_Moore's\\_Law\\_-\\_2011.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Transistor_Count_and_Moore's_Law_-_2011.svg)

**11.20. ábra - Moore „törvénye”. 2009-ben. Előrejelzés 2018-ig:**



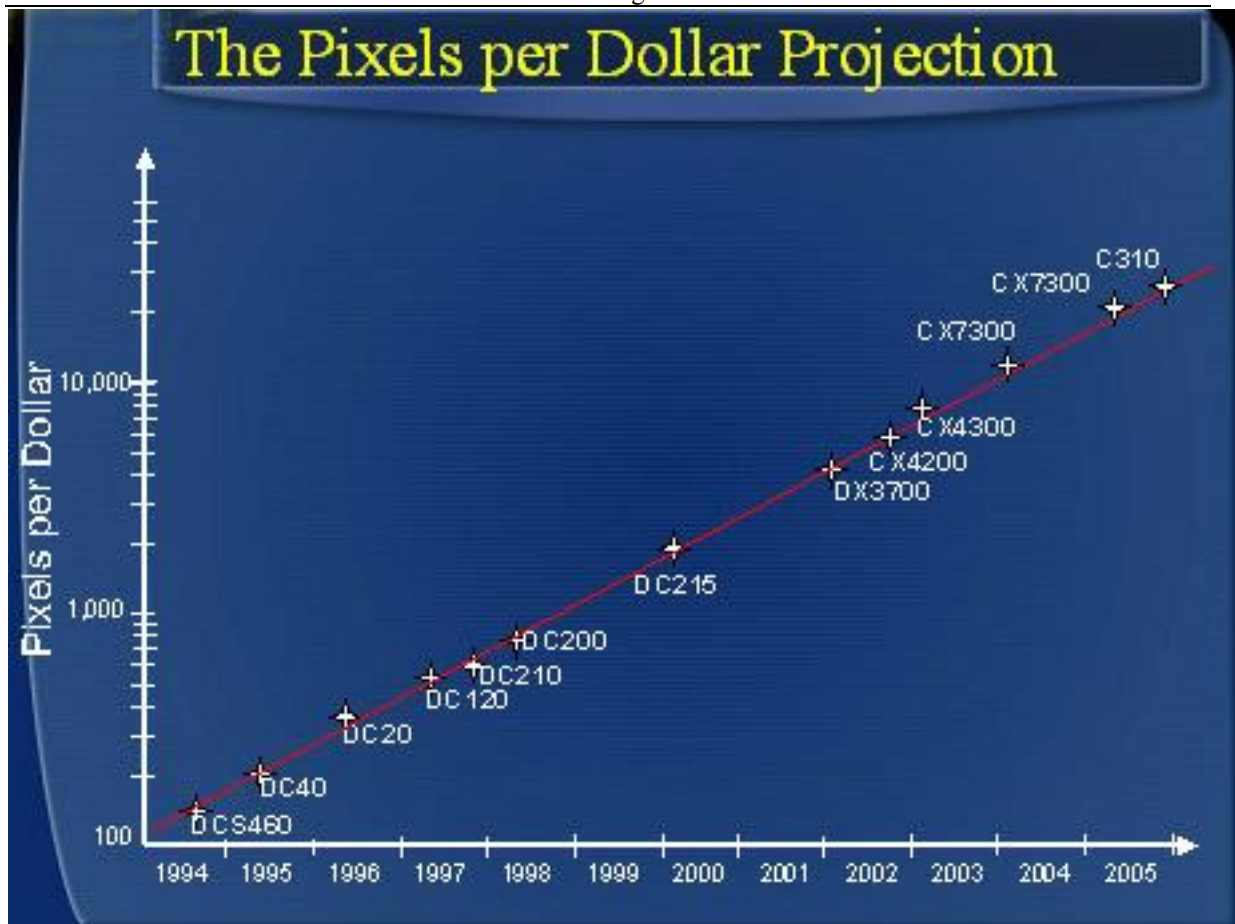


<http://www.indybay.org/newsitems/2006/05/18/18240941.php>

**Jóslat:** 2015 utánra az 5 nanométeres technológiai alkalmassá válhat sorozatgyártásra.

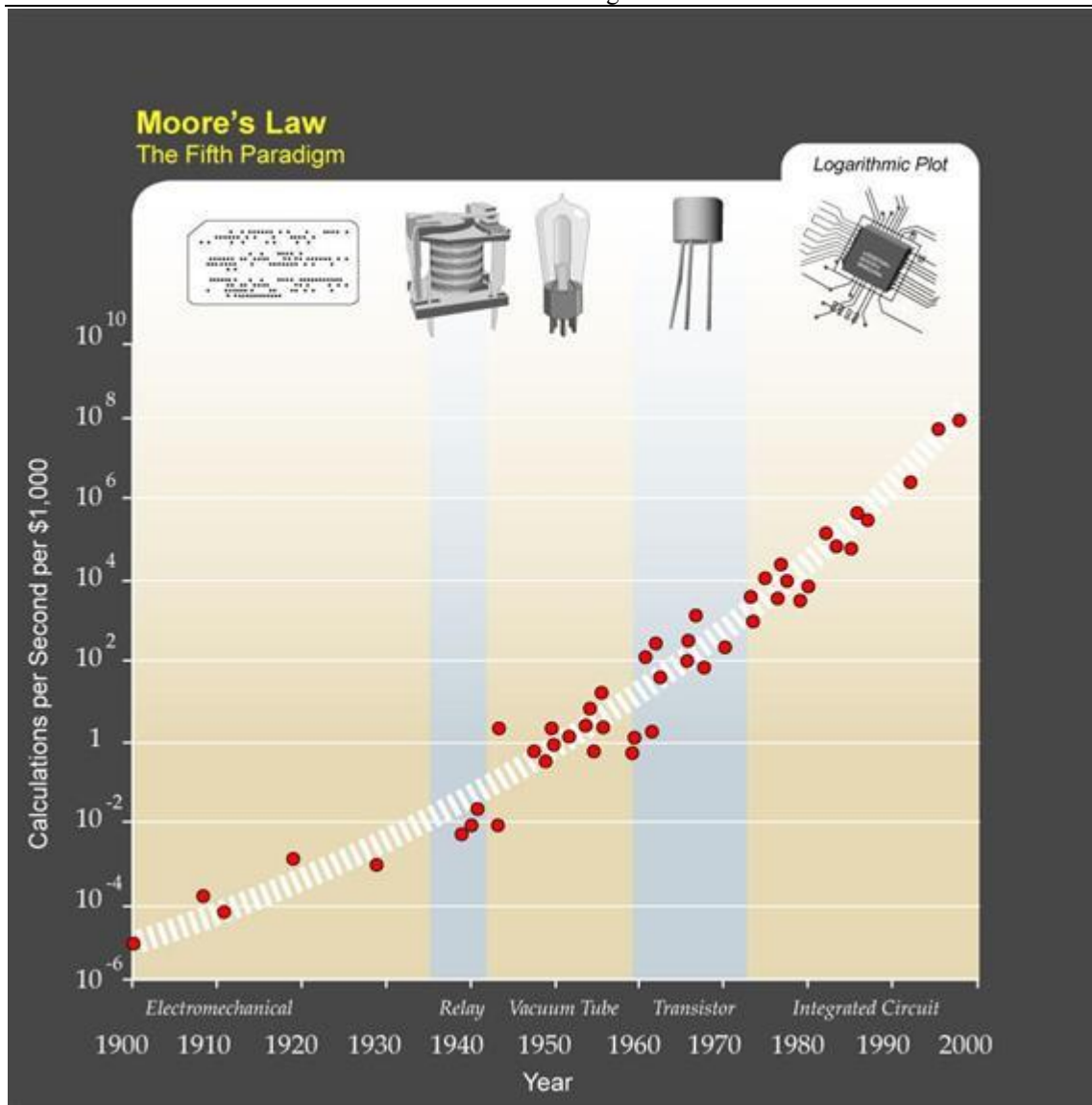
Az integrált áramkörök **planár**, azaz réteges technológiával készülnek. Tipikus technológiai lépések a **rétegleválasztás, fotolitográfia, maratás, a diffúzió és az ionimplantáció**. Ezután bemutatunk két „lépést”, a 45 nm-es és a 22 nm-es csíkszélesség kialakulását.

### 11.21. ábra - Pixel per dollár „függvény” 2006-ig



[http://en.wikipedia.org/wiki/Moore's\\_law](http://en.wikipedia.org/wiki/Moore's_law)

**11.22. ábra - A műveletek másodpercenkénti száma az évek függvényében (elektronikai alkatrészekkel illusztrálva)**



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Moore-törvény>

**11.23. ábra - A processzor megmunkálásánál alkalmazott fény hullámhossza és a megmunkálási szélesség az évek függvényében**



### 3.2. Nanotechnológia a chipek gyártása terén: 45 nanométer

<http://computerworld.hu/technologiai-forradalom-nanometeren-intel.html>

Az Intel 2007. januárjában a 45 nanométeres, alacsonyabb csíkszélességű technológia bevezetésével 5 új Intel Core 2 Duo, Intel Core 2 Quad és Xeon terméket állított elő a Penryn kódnevű maggal készülő, 15 változatot felölelő termékvonalból. A Penryn a gyakorlatban nem más, mint az eddigi, 65 nanométeres technológiával készült Merom, Conroe, Woodcrest magok csökkentett méretű, viszonylag kis mértékben módosított változata - tehát a 45 nanométeres négymagos processzor is két külön szilíciumlapka "közös fedél alatt". Az Intel a megnövelt órajelen kívül, 50 új SSE4 utasítást és megnövelt, akár 12 megabájtos gyorsító tárat is megvalósított. **A kétmagos változatok több mint 400 millió, míg a négymagosak több mint 800 millió tranzisztort tartalmaznak.** Ezek a termékek kevésbé melegszenek, mint elődeik, kevesebbet is fogyasztanak.

Az Intel 45 nanométeres technológiája a tranzisztzorok sűrűségét az előző generációéhoz képest a kétszeresére növelte, ami a kisebb processzorok gyártását segíti elő. Tekintve, hogy a 45 nanométeres tranzisztzorok kisebbek az előző generációs társaiknál, ki- és bekapcsolásuk kevesebb energiát igényel, kapcsolási áramuk/energiafelvételük körülbelül 30 százalékkal kevesebb. Az Intel rézvezetékeket és alacsony K-együtthatójú dielektrikumot használ a 45 nm-es lapkák átkötéseinél a fokozott teljesítmény és alacsonyabb energiafogyasztás érdekében, valamint újszerű tervezési irányelveket és fejlett maszk-technikákat alkalmazni, hogy a **193 nm-es száraz litográfiai eljárás** továbbra is használható maradjon, nagy volumenű gyárthatóságot és további költségcsökkentést eredményezve. Az **immersion lithography** és az **ultra-low-K interconnect dielectrics** névre keresztelt megoldásokkal azonban nemcsak a teljesítmény/fogyasztás mutatók javulását biztosítják.

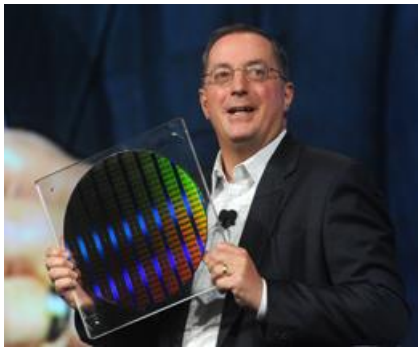
### 3.3. Nanotechnológia a chipek gyártása terén: 22 nanométer

[http://itcafe.hu/hir/intel\\_22\\_nanometer\\_sram\\_32\\_nano\\_westmere\\_idf.html](http://itcafe.hu/hir/intel_22_nanometer_sram_32_nano_westmere_idf.html)

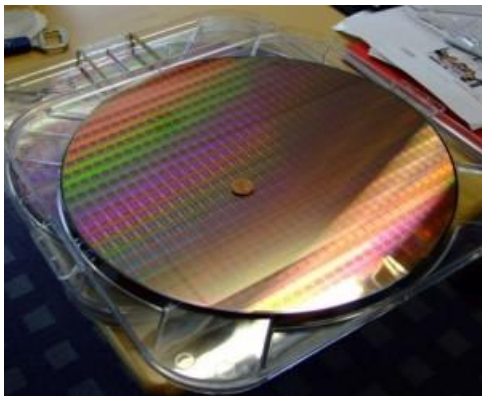
Az Intel 2009 szeptemberében az Intel Developer Forum technológiai show-n bemutatta a világ első, **22 nanométeres csíkszélességgel** gyártott működő chipjét, egy logikát és SRAM memóriát egyaránt tartalmazó áramkört. A több mint **2,9 milliárd tranzisztorból álló lapka** 364 millió bitnyi (körülbelül 43,4 megabájtnyi) SRAM memóriacellát tartalmaz, melyek mérete 0,092 µm<sup>2</sup>.



#### 11.24. ábra - Paul Otellini a chipet tartalmazó waferrel



#### 11.25. ábra - Intel-penryn-45 nm core-wafer



A chipgyártók jellemző paramétere az adott technológiával előállított memóriacellák közti távolság fele. Azt, hogy készen állnak egy kisebb csíkszélesség bevezetésére, a cégek a komplexebb lapkák egyik alapelemének tekinthető – egyebek mellett a mikroprocesszorok gyorsító táráként használt, hattranszistoros cellákból álló – **SRAM memóriák** prototípusának bemutatásával demonstrálják.

A miniatürizálási versenyt a vállalat egyik alapítója, Gordon Moore által 44 évvel ezelőtt megfogalmazott agresszív fejlődési iramhoz ragaszkodva hagyományosan az Intel vezeti. Bár 22 nanométeres SRAM-cellát az IBM és a partnerei – az AMD, a Freescale, az STMicroelectronics, a Toshiba és az albanyi College of Nanoscale Science and Engineering (CNSE) – alkotta szövetség gyártott először, erre épülő működő chipet e fejlesztői konzorcium a mai napig nem mutatott be.

Az Intel közleménye szerint az új eljárás kulcselemei a cég által először 45 nanométeren bevezetett magas  $k$  állandójú (high  $k$ ) dielektrikumból készült kapuoxid és fém kapuelektroda újabb, harmadik generációja, a feszített szilícium technológia továbbfejlesztése és a **193 nanométer hullámhosszú fényt használó immerzív litográfia**. E technológia bevezetése a sorozatgyártásban 2011-ben esedékes.

A vállalat egyben bejelentette, hogy az ún. **tikk-takk stratégiájának megfelelően** – amely szerint minden páros évben egy **új processzorarchitektúrával**, minden páratlan évben pedig ennek **kisebbszélességgel gyártott változatával** áll elő – megkezdte a Nehalem kódnevű architektúra 32 nanométeres zsugorításának, a Westmere-nek gyártását. Erre épül a cég első CPU-GPU megoldása, a várhatóan még a negyedik negyedévben piacra kerülő Clarkdale kódnevű chip, amelybe egy **kétféleképes Westmere** mellé egy külön szilíciumlapkán lévő grafikus magot is tokozhatnak.

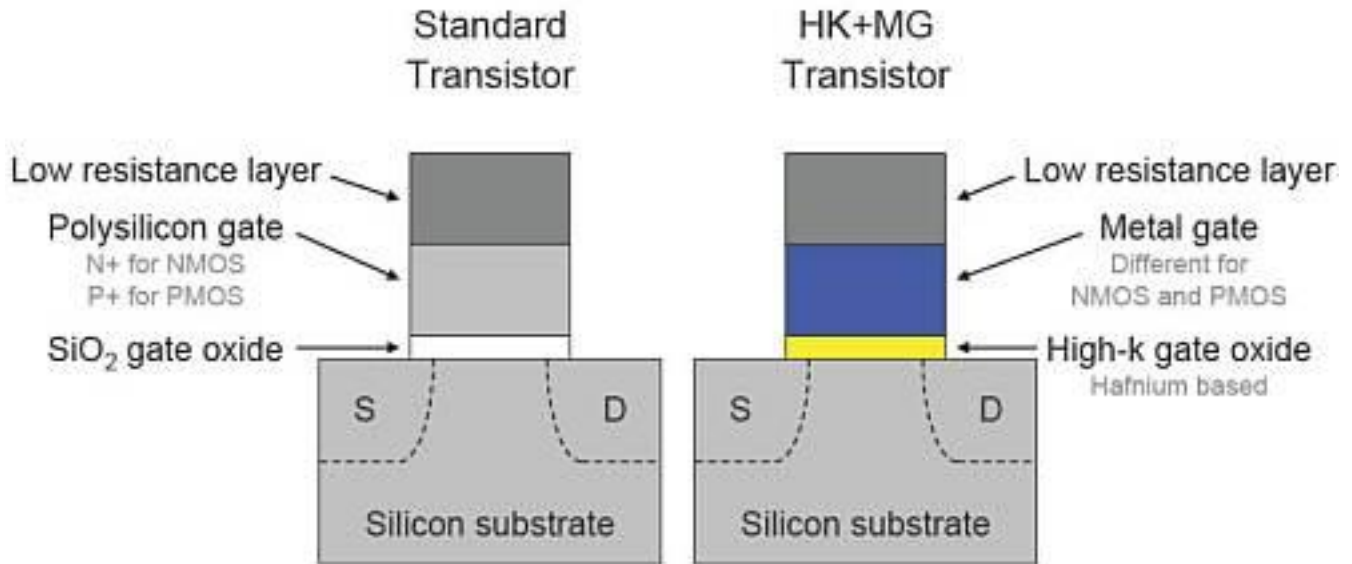
### 3.4. Új anyagok: chipgyártás "vaskorszaka"

[http://www.sg.hu/cikkek/50066/jon\\_a\\_chipgyartas\\_vaskorszaka](http://www.sg.hu/cikkek/50066/jon_a_chipgyartas_vaskorszaka)

Majd negyven évig a processzorgyártó cégek szilíciumból állították elő a tranzisztorok kapujait. Az Intel és az IBM – illetve nemsokára rá az AMD is 2007. januárjában új anyagok bevezetéséről számolt be, melyekkel a jelentős teljesítménynövekedés mellett számottevő mértékben visszaszorítható lenne az energiavesztés is. Természetesen a szilícium marad a tranzisztor fő összetevője. Azonban magukat a kapukat immár fémből

készítenék, és a kapu-oxidnak hívott - a kapu és a tranzisztor többi része között elhelyezkedő - réteget is más anyagból gyártanák le. Az Intel a Penryn termékcsaládjában tervezi az új összetevők bevetését. A két anyag kombinációját először 45 nanométeres SRAM-jain tesztelte a cég. Az IBM és az AMD is az új anyagokban látja a jövőt 2008-ban a chippek gyártásában.

### 11.26. ábra - Intel Penryn termékcsaládjának „fémkapus” változata



Az ipar szinte évről évre csökkenti a tranzisztorok méreteit, amely lehetővé teszi számukra, hogy egyre többet rakjanak fel belőlük lapkáikra. Ám a teljesítmény növekedésével arányosan az elfolyó elektromos-energia is egyre jelentősebb lesz. A szivárgás következtében a tranzisztor se ki, se be nem tud kapcsolni, arról nem is beszélve, hogy a jelenség számos rendszerproblémához és túlmelegedéshez is vezethet. Bernie Meyerson, az IBM chiprészelgének technológiai igazgatója elmondta, hogy az IBM nem hajlandó elárulni a kapu-oxid anyagát, azonban nemrég olyan kutatásokat tett közzé, melyekben **hafniumot** használt erre a célra.

## 4. Kérdések

- 11.1 Milyen anyagokat nevezünk félvezetőknek?
- 11.2. Melyek az elemi félvezető anyagok? Soroljon fel néhányat példaként!
- 11.3. Melyek a vegyület-félvezető anyagok? Soroljon fel néhányat példaként!
- 11.4. Mik azok a szilárd oldat típusú félvezető anyagok? Soroljon fel néhányat példaként!
- 11.5. Ismertessen számolásokat végző elektromechanikus eszközöket a félvezetőket megelőző időkből!
- 11.6. Milyen elektronikai eszközökkel készült az első számítógép?
- 11.7. Ismertesse, hogyan épül fel a bipoláris tranzisztor! Hol alkalmazzák?
- 11.8. Ismertesse, mit jelent ez a mozaikszó: MOSFET! Hogyan utal az elnevezés a belső rétegek sorrendre és a tranzisztor működési elvére?
- 11.9. Ismertesse, mit jelent ez a kifejezés: integrált áramkör?
- 11.10. Soroljon fel az integrált áramkörök előállítására alkalmazott planár, azaz réteges technológiákat!
- 11.11. Mi az integrált áramkör, logikai áramkör tipikus alkatrésze?
- 11.12. Ismertesse néhány gyártmányon keresztül a zsebszámológépeket, azok által nyújtott szolgáltatásokat!

- 11.13. Milyen alkatrész sűrűséget jelent ez a kifejezés: Small-Scale Integration? Milyen feladatok elvégzésére lehet alkalmazni?
- 11.14. Milyen alkatrész sűrűséget jelent ez a kifejezés: Medium-Scale Integration? Milyen feladatok elvégzésére fejlesztették ki?
- 11.15. Milyen alkatrész sűrűséget jelent ez a kifejezés: Large-Scale Integration? Milyen feladatok ellátását biztosító áramkörök ezek?
- 11.16. Milyen alkatrész sűrűséget jelent ez a kifejezés: Very Large-Scale Integration? Mi a feladata a mikroprocesszornak?
- 11.17. Milyen alkatrész sűrűséget jelent ez a kifejezés: Ultra-Large-Scale Integration? Milyen infokommunikációs eszközök gyártás során alkalmazzák ezeket?
- 11.18. Mutassa be az INTEL 386, és a 486 processzorokat és a velük szerelt számítógépeket!
- 11.19. Mutassa be a Pentium 4, és a Pentium D processzorokat és a velük szerelt számítógépeket!
- 11.20. Mutassa be a Pentium DualCore, és az AMD Phenom II processzorokat és a velük szerelt számítógépeket, infokommunikációs eszközöket!
- 11.21. Mutassa be a Pentium Core i5, és a Core i7 processzorokat és a velük szerelt számítógépeket, infokommunikációs eszközöket!
- 11.22. Ismertesse a szilárdtest elektronika, a számítógép gyártás technológiáinak és termékeinek történetét 1957-től az 1980-as évek végéig!
- 11.23. Ismertesse a szilárdtest elektronika, a számítógép gyártás és az infokommunikációs eszközök technológiáinak és termékeinek történetét az 1985 és 2005 közötti évtizedekben!
- 11.24. Ismertesse a szilárdtest elektronika, a számítógép gyártás és az infokommunikációs eszközök technológiáinak és termékeinek történetét a 2006 és 2012 közötti években!
- 11.25. Mutassa be néhány példán keresztül a személyi számítógépek fejlődése során bekövetkező változásokat az 1980-2012 közötti időszakban! (IBM)
- 11.26. Mutassa be néhány példán keresztül a digitális személyi asszisztens (Personal Digital Assistant, PDA) fejlődése során bekövetkező változásokat 1992-től napjainkig!
- 11.27. Mutassa be néhány példán keresztül az Okostelefon (smartphone) fejlődése során bekövetkező változásokat az 2007-2012 közötti időszakban!
- 11.28. Jellemezze a táblagépeket, vagy tablet PC-ket, és ismertesse milyen szolgáltatásokat koncentráltak ezekbe a hordozható számítógépekbe!
- 11.29. Milyen fizikai elvek alapján, hogy működik az érintőképernyő?
- 11.30. Sorolja fel a PC bevitelím kimeneti perifériáit! Milyen háttértárak csatlakoztathatók hozzá? Soroljon fel példákat USB eszközökre!
- 11.31. Nevezzen meg internetes keresőket, közösségi portálokat!
- 11.32. Fogalmazza meg Moore „törvényét” (tranzisztorok számával)! Hogyan függ az egy processzoron integrált áramkörti elemek száma az évek folyamán az elmúlt 50 évben?
- 11.33. Fogalmazza meg Moore „törvényét” (tranzisztorok ár)! Hogyan függ az egy processzoron integrált áramkörti elemek (egy tranzisztor) ára az évek folyamán az elmúlt 50 évben?
- 11.34. Mennyi volt a csíkszélesség 1995-ben, 2004-ben, 2008-ban, 2012-ben?
- 11.35. Hogyan alakult a Moore törvény 1971-től 2000-ig, 2003-ig, 2008-ig, 2011-ig? Mi a szakmai előrejelzése 2018-ig?

11.36. Soroljon fel a processzorok előállítására során alkalmazott planár, azaz réteges technológiákat!

11.37. Hogyan alakult a műveletek másodpercenkénti száma 1900-2012 között?

11.38. Hogyan csökkent (milyen fényforrások és milyen optikai módszerek alkalmazásával) a processzor megmunkálásánál alkalmazott fény hullámhossza és a megmunkálási szélesség az évek függvényében 1980 és 2012 között?

11.39. Hogyan alakult a LED fényforrások intenzitás növekedése az évek folyamán, hogyan változott a szilárd oldat félvezetők összetétele?

11.40. Mit jelent az inverz litográfia, a négy magos chip, és az Intelnél a tikk-takk stratégia?

11.41. A szilícium „után, helyett” milyen elemek „jöhetnek szóba” a jövőben a nagyon kicsi csikszélességek esetén a kapuk és a rétegek kialakításánál?

## 5. Tesztek

### 11.1 Milyen anyagokat nevezünk félvezetőknek?

11.1.a. Félvezetőknek nevezzük azokat az anyagokat, amelyek vezetőképessége kisebb a vezető anyagokénál.

11.1.b. Félvezetőknek nevezzük azokat az anyagokat, amelyek fajlagos ellenállása a vezetők és a szigetelők közé esik.

11.1.a.c. Félvezetőknek nevezzük azokat az anyagokat, amelyek vezetési mechanizmus lyukvezetés.

### 11.2. Melyek az elemi félvezető anyagok? Soroljon fel néhányat példaként!

11.2.a. Elemi félvezető anyagok a gallium-arsenid és a gallium-alumínium-arsenid.

11.2.b. Elemi félvezető anyagok a szilícium és a gallium-arsenid.

11.2.c. Elemi félvezető anyagok a germánium, a szilícium és a szelén.

### 11.3. Ismertesse, mit jelent ez a mozaikszó: MOSFET!

11.3.a. A mozaikszó a felépítésre és a belső rétegek sorrendjére utal. **Metal Oxide Semiconductor; Field Effect Transistor.**

11.3.b. A mozaikszó a felépítésre utal **Metal Oxide Semiconductor; Field Effect Transistor.**

11.3.c. A mozaikszó a belső rétegek sorrendjére utal. **Metal Oxide Semiconductor; Field Effect Transistor.**

### 11.4. Ismertesse, mit jelent ez a kifejezés: integrált áramkör?

11.4.a. Az integrált áramkör félvezető lapkán, esetenként lapkákon kialakított nagyon kisméretű áramkör, amelynek tipikus alkatrésze az integrált tranzisztor.

11.4.b. Az integrált áramkör planár, réteges áramkör.

11.4.c. Az integrált áramkör olyan áramkör, amelyben csak integrált tranzisztorok vannak

### 11.5. Fogalmazza meg Moore „törvényét” (tranzisztorok számával )!

11.5.a. A Moore „törvény” szerint a tranzisztorok számaminden 5 évben megduplázódik.

11.5.b. A Moore „törvény” szerint a tranzisztorok számaminden 1,5-2 évben megduplázódik.

11.5.c. . A Moore „törvény” szerint a tranzisztorok száma nem növekszik, hanem a méretük lesz egyre kisebb.

### 11.6. Hogyan alakult a műveletek másodpercenkénti száma 1900-2012 között?



11.6.a. A műveletek másodpercenkénti száma 1900-2012 között tízmilliószorosára nőtt.

11.6.b. A műveletek másodpercenkénti száma 1900-2012 között 13 nagyságrenddel nőtt

11.6.c. A műveletek másodpercenkénti száma 1900-2012 között tízmilliárdszorosára nőtt.

## 6. Megoldáskód a 11-es témához

|      |   |      |   |
|------|---|------|---|
| 11.1 | a | 11.4 | a |
| 11.2 | c | 11.5 | b |
| 11.3 | a | 11.6 | b |

## 7. Hivatkozások

[11.1]Félvezető. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Félvezető>

[11.2]Asztali számológépek a négy alpműveletre. [http://en.wikipedia.org/wiki/Marchant\\_Calculator](http://en.wikipedia.org/wiki/Marchant_Calculator) (Lásd: 262)

[11.3]Az elektronikai alkatrészek első nyolcvan éve képekben. Első, második generáció <http://www.uobkupartnership.talktalk.net/page13.htm>(Lásd: 263)

[11.4]Az elektronikus, alpműveleteket végző és a tudományos igényeket is kielégítő zsebszámológépek <http://hu.wikipedia.org/wiki/Számológép> (Lásd: 264)

[11.5]INTEL 386, 486, Pentium 4, és a Pentium D processzorainak legfontosabb adatai.

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel\\_80386](http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel_80386); [http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel\\_80486](http://hu.wikipedia.org/wiki/Intel_80486);  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Pentium\\_4](http://en.wikipedia.org/wiki/Pentium_4); [http://hu.wikipedia.org/wiki/Pentium\\_D](http://hu.wikipedia.org/wiki/Pentium_D)

[11.6]Pentium DualCore, AMD Phenom II, Core i5, Core i7 processzorok legfontosabb adatai.

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_AMD\\_Phenom\\_microprocessors](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_AMD_Phenom_microprocessors)

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_Intel\\_Pentium\\_Dual-Core\\_microprocessors](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Pentium_Dual-Core_microprocessors)

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_Intel\\_Core\\_i5\\_microprocessors](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Core_i5_microprocessors)

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_Intel\\_Core\\_i7\\_microprocessors](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Core_i7_microprocessors)

[11.7]Az első személyi számítógép, az IBM PC 5150-es, 1981  
[http://en.wikipedia.org/wiki/File:IBM\\_PC\\_5150.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:IBM_PC_5150.jpg) (Lásd: 267)

[11.8]PDA. Apple Newton MP100; 1992 <http://pdadb.net/index.php?m=pdahistory> (Lásd: 268)

[11.9]PDA. HP-Jordan 728; 2002 <http://pdadb.net/index.php?m=pdahistory> (Lásd: 269)

[11.10]PDA. Samsung SCH-R880 Acclaim Specs. 2009 <http://pdadb.net/index.php?m=pdahistory> (Lásd: 270)

[11.11]Egyszerűbb és bonyolultabb okostelefonok.1992-től, <http://hu.wikipedia.org/wiki/PDA>;  
<http://pdadb.net/index.php?m=pdahistory>

[11.12]Blackberry Storm (okostelefon) <http://hu.wikipedia.org/wiki/Okostelefon> (Lásd: 272)

[11.13]Apple iPad Event 03 <http://www.clickformedia.co.uk/?p=3355> (Lásd: 274)

[11.14]Közösségi portálok listája [http://hu.wikipedia.org/wiki/Közösségi\\_portálok\\_listája](http://hu.wikipedia.org/wiki/Közösségi_portálok_listája)

[11.15]Számoló-, és számítógépek „teljesítményének” és „dollár egységben” mért árának alakulása az évek függvényében. <https://community.emc.com/people/ble/blog/2012/02/21/moores-law-limit-reached> (Lásd: 275)

[11.16]Tranzisztorok egy chippen az évek „függvényében”. Moore „törvénye” 2000-ig [http://www.sg.hu/cikkek/26374/a\\_moore\\_torveny\\_jovoje\\_meg\\_legalabb\\_10\\_evig\\_biztositott](http://www.sg.hu/cikkek/26374/a_moore_torveny_jovoje_meg_legalabb_10_evig_biztositott) (Lásd: 276)

[11.17]Moore „törvénye” 2003-ig: [http://www.berzsenyi.hu/mediawiki/index.php/Középszint\\_7.\\_tétel](http://www.berzsenyi.hu/mediawiki/index.php/Középszint_7._tétel)

<http://njtechreviews.com/2011/09/04/moores-law/> (Lásd: 277)

[11.18]Moore „törvénye” 2008-ig: <http://blog.andrewboy.com/?cat=20&paged=3> (Lásd: 279)

[11.19]Moore „törvénye” 2011-ig: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Transistor\\_Count\\_and\\_Moore's\\_Law\\_-\\_2011.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Transistor_Count_and_Moore's_Law_-_2011.svg) (Lásd: 280)

[11.20]Moore „törvénye” Előrejelzés 2018-ig: <http://www.indybay.org/newsitems/2006/05/18/18240941.php> (Lásd: 281)

[11.21]Pixel per dollár „függvény” 2006-ig [http://en.wikipedia.org/wiki/Moore's\\_law](http://en.wikipedia.org/wiki/Moore's_law) (Lásd: 282)

[11.22]A műveletek másodpercenkénti száma az évek függvényében. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Moore-törvény> (Lásd: 283)

[11.23]45 nanométeres chippek gyártása. <http://computerworld.hu/technologiai-forradalom-nanometeren-intel.html>

[11.24]22 nanométeres chippek gyártása. [http://itcafe.hu/hir/intel\\_22\\_nanometer\\_sram\\_32\\_nano\\_westmere\\_idf.html](http://itcafe.hu/hir/intel_22_nanometer_sram_32_nano_westmere_idf.html)

[11.25]chipgyártás "vaskorszaka" [http://www.sg.hu/cikkek/50066/jon\\_a\\_chipgyartas\\_vaskorszaka](http://www.sg.hu/cikkek/50066/jon_a_chipgyartas_vaskorszaka)

# 12. fejezet - Modern anyag megmunkálási és felületanalitikai módszerek: nanotechnológia.

## 1. Áttekintés a nanotechnológia eredményeiről különböző ipari területeken

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Nanotechnológia>

A **nanotechnológia** gyűjtőnév az alkalmazott tudomány és technika széles területeit fedi le, **olyan technológiák gyűjtőfogalma**, amelyek **végtermékének jellemző méretei az 1-100 nanométeres tartományban vannak**. A **nano görög** eredetű szó, jelentése: **törpe**. E multidiszciplináris területen olyan tudományágak működnek együtt, mint a kolloid-kémia, a félvezető-fizika, vagy a szupramolekuláris-kémia. Az elmúlt 50 évben a számítógépek méretének csökkenése az utolsó húsz évben kifejlesztett és iparilag alkalmazott mikro-, majd nanotechnológiának köszönhető.

A nanotechnológia teljesen új felhasználási területeket tesz elérhetővé. A szerves és szervetlen mikrorészecskék kombinálásával, új tulajdonságokkal rendelkező anyagokat, gépeket és rendszereket lehet előállítani. Ilyen tulajdonságok többek között az átlátszóság, a karcolás- és kopásállóság, az elektromos vezetés, a korrózió elleni védelem. Az egyes jellemzők tetszés szerint kombinálhatók is egymással.

### 1.1. A nanotechnológia történeti kialakulásának meghatározó eseményei

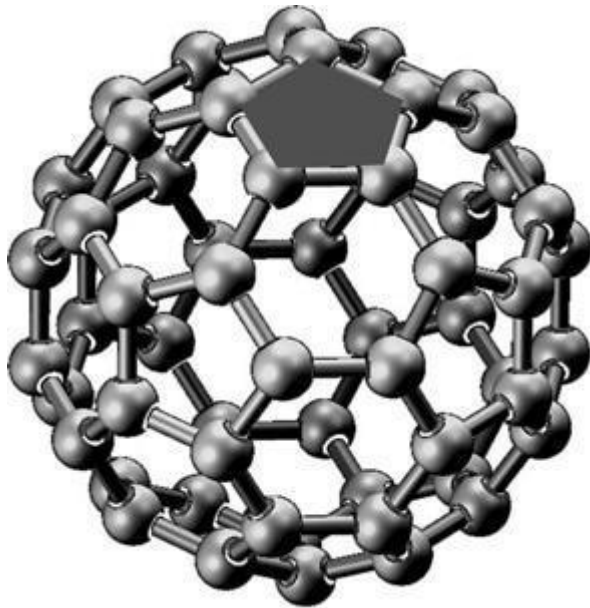
<http://www.nanoscience.hu/kezdő.htm>; <http://nano.lap.hu/>

1. Táblázat. A nanotechnológia kialakulásának meghatározó eseményei

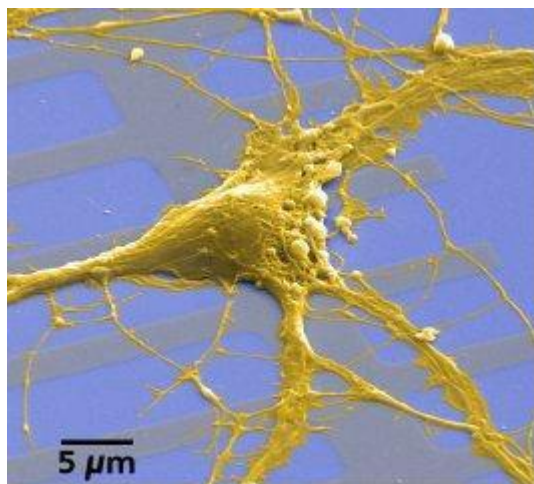
| Év   | Esemény a nanotechnológiában                                                                                                                                                                                                                  |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1974 | Norio Taniguchi (Tokyo-i Tudományegyetem) először használta a nanotechnológia szót.                                                                                                                                                           |
| 1981 | Gerd K. Binnig és Heinrich Rohrer feltalálta az alagútmikroszkópot. Ez „láthatóvá teszi” az atomokat és manipulációjukra ad lehetőséget. A mikroszkópot 1982-ben szabadalmaztatták. Binnig és Rohrer 1986-ban fizikai Nobel-díjban részesült. |
| 1983 | Erich Drexler, a molekuláris nanotechnológiáról az első cikket publikálta a „Proceedings of the National Academy of Sciences”-ben.                                                                                                            |
| 1985 | Robert F. Curl Jr., Harold W. Kroto és Richard E. Smalley felfedezte a Buckminsterfulleren-t (kb. 1 nm méretű).                                                                                                                               |
| 1989 | Fizikusok atomokat manipuláltak – betűket írtak le 35 xenon atommal.                                                                                                                                                                          |
| 1991 | Sumio Iijima, fizikus, a NEC kutatólaboratóriumban, Japánban felfedezte a többfalú szénnanocsövet.                                                                                                                                            |
| 1996 | Curl, Kroto és Smalley kémiai Nobel-díjban részesültek a fullerének felfedezéséért.                                                                                                                                                           |
| 1998 | A Delft Műszaki Egyetem kutatói a szénnanocsőből előállították az első tranzisztort.                                                                                                                                                          |
| 2000 | A Lucent és a Bell laboratóriumok, az Oxfordi Egyetemmel együtt létrehozták az első DNA motort,                                                                                                                                               |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | amely a biotechnológia és a nanotechnológia konvergenciájából ered.                                                                                                                                                                                                      |
| 2001 | Szénnanocsövekből nm-es logikai áramköröket fejlesztettek ki számítógépek építéséhez. Mitsu & Co., Japan közzétette a szénnanocsövek tömegtermelésének a tervét.                                                                                                         |
| 2002 | Félvezető elektronikai rendszerben megoldották az 1 trillió bit/inch <sup>2</sup> adattárolási sűrűséget. Ez 100 Gbyte hard-drive (meghajtó)-nak felel meg. IBM kifejlesztett egy új elektronmikroszkópot, amely felbontóképessége kisebb, mint egy hidrogénatom sugara. |

**12.1. ábra - Fulleren**

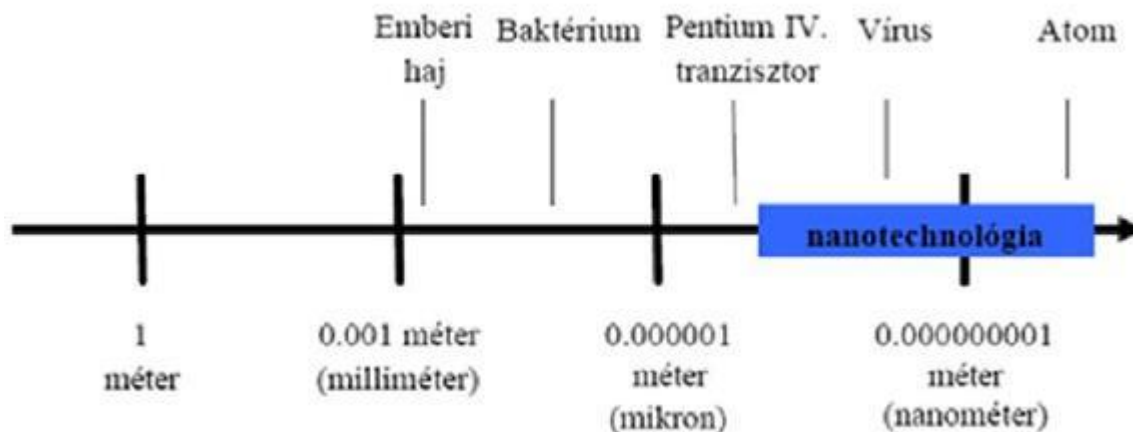


**12.2. ábra - Mesterséges neuron**



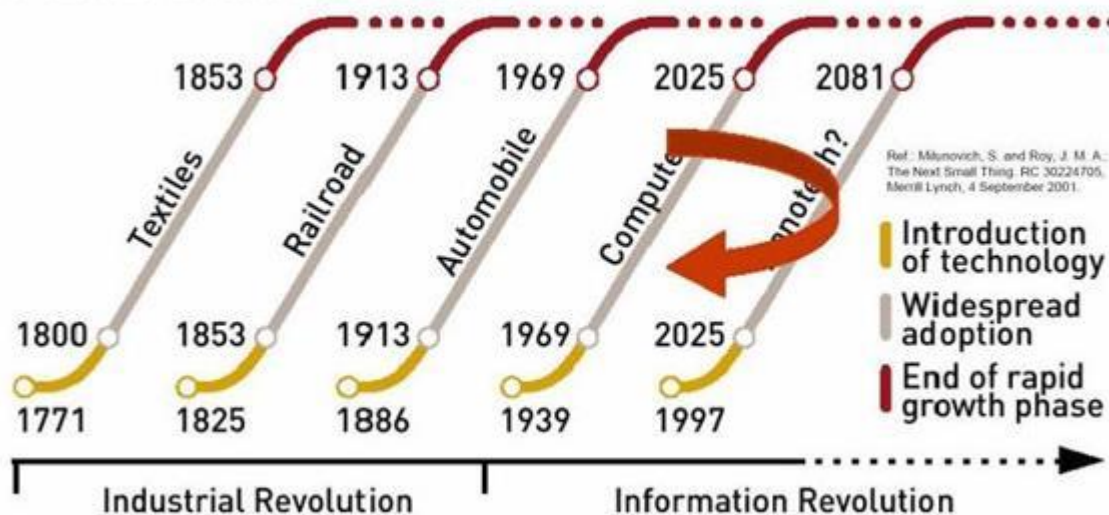
**12.3. ábra - A nanotechnológia 2012-ben már a vírusok mérete környékén „tevékenykedik”**





12.4. ábra - Meghatározó iparágak felfutásának üteme kb. fél évszázadonként.  
Nanotechnológia?

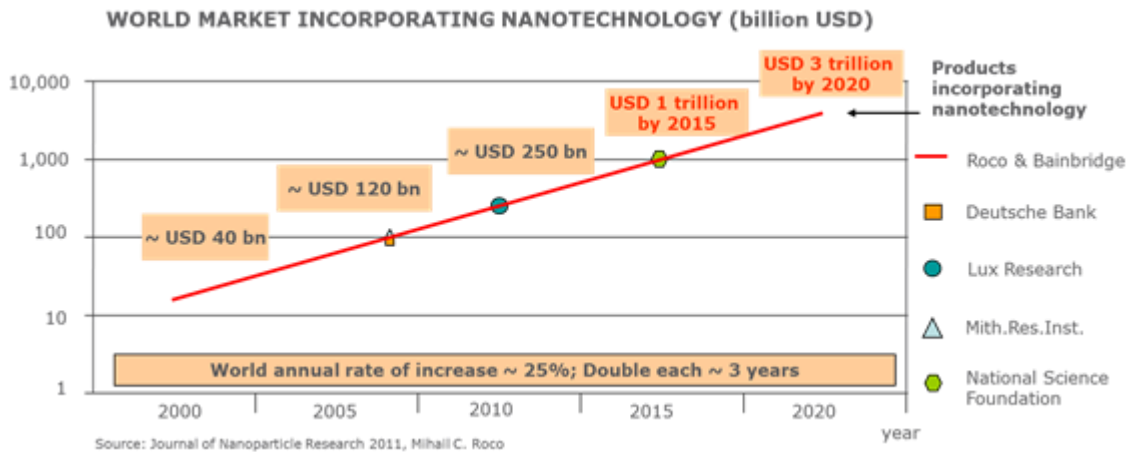
Basic advancements in science and technology come ~ twice a century  
and lead to massive wealth creation



Nanotechnologie: Volkswirtschaftliche Bedeutung

© Siemens AG, CT, Manfred Weick, Montag, 1. März 2004  
Grundlagen und State of the Art der Nanotechnologie.ppt

12.5. ábra - Nanotechnológia részvétele a világpiacon (egység: milliárd USD)



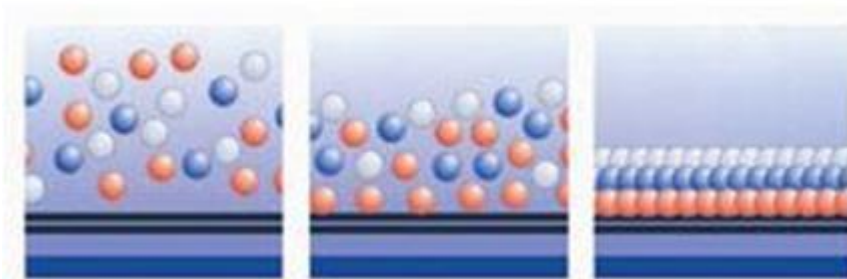
<http://www.nanostart.de/index.php/de/geschaeftsbericht-2011/nanostart-ag>

## 1.2. Nanotechnológia a nagyméretű tárgyak felületeinek kialakításában

**Nanotechnológia a természetben:** A **lótuszvirág** már évezredek óta a tökéletes tisztaság jelképe. Bármilyen szennyezett a víz, a felületén a növények makulátlanul tiszták. A növény levele lepergeti az esővizet, és ezzel együtt minden szennyeződést. Még a sűrű folyású anyagok, mint a méz, az olaj, a ragasztó sem tapad meg rajta. Ez az öntisztulás jelensége, amelyet a szakemberek **lótuszefektusnak** is neveznek. A tökéletes felületről a vízcseppekkel a szennyeződések le tudnak gurulni. Egy német botanikaprofesszor szerint a lényeg a **különböző felületszerkezetekben** keresendő. A felületet mikroszkopikus cella kiemelkedések alkotják, amelyeken kisebb kristályok is elhelyezkednek. Ez a dupla struktúra okozza a lenyűgöző fizikai hatást: a vízcseppek, amelyek a levélre hullnak, a felületi feszültségtől gömbformát alkotnak, legurulnak a levélről, és egyúttal magukkal viszik a szennyeződést is. Az ember megpróbálta a természetnek ezt a tulajdonságát utánózni, pl. olajjal, teflonnal, szilikonnal, viasszal bevonni a felületet. Ezek a rétegek víztaszítók, ritkán olajtaszítók is.

**Felületkezelésre alkalmazva** az előzőeket ez alapján a felületkezelő anyag 3 elemét egymás alatt rendezzük el. A kapcsolódó komponens (piros) a kezelendő felületre vándorol, és homogén kötődést alakít ki azzal, közben egyúttal a felület részévé is válik. Erre épül egy ultravékony, üveghémszerű réteg (kék), amely rendkívül hosszú ideig tartós, és a felületet a legagresszívabb külső hatásoktól is képes megvédeni. A nano- (tapadást gátló) részecskéket (fehér) rendezzük legföldre. Ezek együttese eredményezi a lepergető hatást.

### 12.6. ábra - Felületkezelés „nanotechnológiával”



<http://www.muszakiak.com/bevonattechnika/nanotechnologia.html>

### 12.7. ábra - Kerámiabevonatú alumínium edények



[http://www.delimano.hu/delimano\\_starter\\_plus\\_keszlet.html](http://www.delimano.hu/delimano_starter_plus_keszlet.html)

[http://edenybolt.boltaneten.hu/kinalat/12\\_keramia\\_bevonatos\\_termek/](http://edenybolt.boltaneten.hu/kinalat/12_keramia_bevonatos_termek/)

A nanotechnológia felhasználása igen sok területen lehetséges: elektrotechnika, légi- és űrutazás, szépségipar, gyógyászat, vendéglátás, ipari és lakossági méretekben is.

**Kül- és beltéri burkolatnak fokozott kopás- és karcállóságot biztosít**, ezzel a burkolatokkal szemben támasztott (szinte összes) követelményeknek megfelel. Külön érdekessége az esztétikai megjelenés. Az anyaggal kezelt felületeknek különös fénye van. **A védőrétegek** a megszilárdulás után kémiai és mechanikailag is rendkívül terhelhetők, UV-hatásnak ellenállnak, fagyállóak, esetenként 450 °C-ig hőállóak. Felületi szilárdságuk és a karcmentességük jelentősen javul, a nagyon erős környezeti hatásnak sem marad nyoma. A kezelt felületet kefével, de még magas nyomású tisztítóval (maximum 50-60 bar) is lehet tisztítani.

### **12.8. ábra - Kültéri csúszásmentes, karcolásmentes, fagyálló burkolók**



<http://www.colorstone.hu/>

A **különféle kültéri burkolatok** szerkezetébe nem jut be a víz, ezáltal fokozza a fagyállóságot. A gyakorlat bizonyítja, hogy milyen kiválóan alkalmazható üveg-, kerámia-, kő-, és betonfelületekhez, vakolatokhoz, falazatokhoz, sőt még textíliákhoz is. A nanokezelte anyagok felületei vízzel tisztíthatók, ráadásul sokkal ritkábban szorulnak tisztításra. Ezáltal jelentősen csökken az igény a környezetre és egészségre is ártalmas, hagyományos tisztítószeres használatára. Mivel a kezelt felületen nem tapad meg a szennyeződés, kiküszöbölhető a tisztítószeres használata, ugyanakkor ritkábban és egyszerűbben kell tisztítani, ez pedig jelentős idő- és költségmegtakarítást jelent. Nem látszik meg rajta az ujjlenyomat, a felületkezelés hosszú ideig tartó védelmet biztosít, grafiti-ellenes védelmet nyújt. Teljes mértékben pH-semleges, nem mérgező (élelmiszerrel érintkezhet), antibakteriális és antiallergén hatású.

A **műanyag felületeket** nem rongálja az időjárás. A bevonat nagy ellenálló képességet biztosít fa és kő felületeken, homlokzati felületeken. Anti-grafiti hatását a termék speciális tapadásgátló védelmének köszönheti. Alkalmazható kerámián és zománcozott felületen (csempék, mosdók, zuhanyozók, fürdőkádak, bidék, vécék stb.). A felületkezelte anyagokon megoldott a hosszantartó fertőtlenítés.

### 12.9. ábra - Műanyag festés előtt (100x-os nagyítás)



### 12.10. ábra - Műanyag festés után (100x-os nagyítás)





<http://www.medikemia.hu/index.php?mid=20&prod=305>

#### **12.11. ábra - Műanyag festett lökhárító**



<http://www.medikemia.hu/index.php?mid=20&prod=305>

Az **építészeti üvegeknél** is jelentős a nanoeljárás alkalmazása Tökéletes bevonatot jelent az összes külső és belső üvegfelületen. Különösen nagy jelentőséget kap majd a magas épületeknél, az üveg- és függönyfalaknál. A drága és impozáns középületek homlokzatának takarítása nagy gondot, idő- és költségráfordítást igényel. Állványozás, ipari alpinisták alkalmazása, mind-mind emelik a fenntartási költségeket. Az ismertetett eljárással akár a tetőablakok, az ablakok, a teraszajtók, a télikertek, a kirakatok, a tükrök láthatatlan védelmet kapnak nemcsak a környezeti szennyeződések, hanem a baktériumok, a mohák és az algák ellen is.

#### **12.12. ábra - Többrétegű hőszigetelő bevonatos építészeti üvegek. Cronauer Beratung Planung Munich**



<http://www.sunguardglass.hu/SunguardProducts/index.htm>

Kutató intézetek oldalai

1. MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet
2. MTA MFA Nanoszerkezetek
3. Basics of nano physics
4. Research News in Nanotechnology
5. The Institute of Nanotechnology, UK
6. European Nanoforum

Egyebek

1. A nanotechnológia
2. Nanowerk – Introduction to Nanomaterials
3. United States Nanotechnology Patents
4. Biomedical Nanotechnology

## 2. Nanotechnológia a chipgyártás területén

### 2.1. A lézeres fotolitográfia eszközei, optikai módszerei

1. Táblázat A fotolitográfia során alkalmazott „fényforrások” és hullámhosszaik:

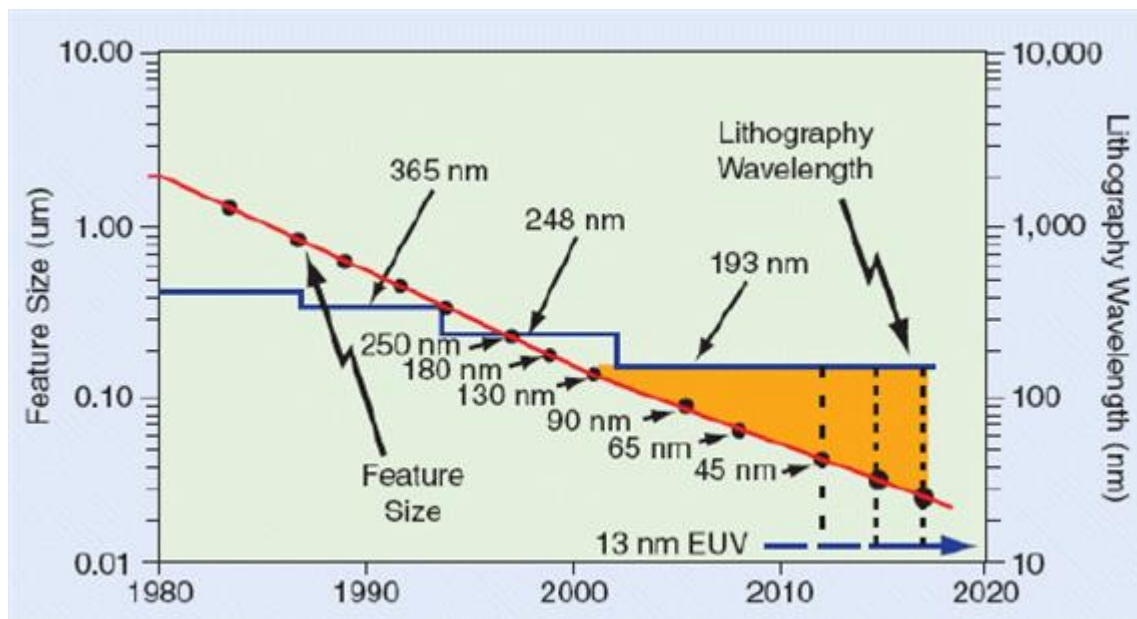
| Fényforrások    | Hullámhosszak |
|-----------------|---------------|
| higanygőz lámpa | 365 nm        |

|                                        |        |
|----------------------------------------|--------|
| kripton-fluorid (KrF) excimer lézer    | 248 nm |
| argon-fluorid (ArF) excimer lézer      | 193 nm |
| Fluor molekula (F <sub>2</sub> ) lézer | 157 nm |

A fotolitográfiánál annál vékonyabb lesz a „vezetékek” szélessége (csíkszélesség, az áramkörben a vezetők szélessége) és az elemek mérete, minél kisebb méretű maszkot és a makroszkópikus maszknak minél nagyobb kicsinyítését tudják megvalósítani. A leképezendő és az átvilágítandó maszk egyes vonalai közötti távolság összemérhető az alkalmazott fény hullámhosszával, a fény interferencia miatt a leképezés (a csíkok élessége) romlik. Ezért a minél kisebb csíkszélesség megvalósítása érdekében a látható tartományból az ultraibolya (UV), majd a vákuum ultraibolya (VUV) tartomány irányába „haladt” a fényforrások fejlesztése és alkalmazása. Nagyon fontos még az éles leképezéshez a fényforrás monokromatikussága.

Az ultraibolya litográfia megvalósítása során az első alkalmazott fényforrás a higanygőz lámpa volt 365 nm-es vonalával. Ezt követte először kripton-fluorid (248 nm) excimer lézer, az utóbbi 5-6 évben pedig az argon-fluorid (ArF) lézer (193 nm). A **193 nanométernél jóval kisebb csíkszélességű (pl. 130, 90, 65, 45, 32 nanométeres) mintákat a szilíciumlemezen további „technológiai fogásokkal” érik el.** Az egyik ilyen „fogás” az **immerzió**, amikor levilágításakor a szilíciumlemezt extrém tisztaságú vízbe merítik, a folyadék pedig lencseként segít a fénysugár fókuszálásában (Immerziós litográfia).

### 12.13. ábra - Fotolitográfiánál alkalmazott „fényforrások” hullámhosszai és a velük elért „felbontás”



<http://www.design-reuse.com/articles/24046/in-design-physical-verification.html>

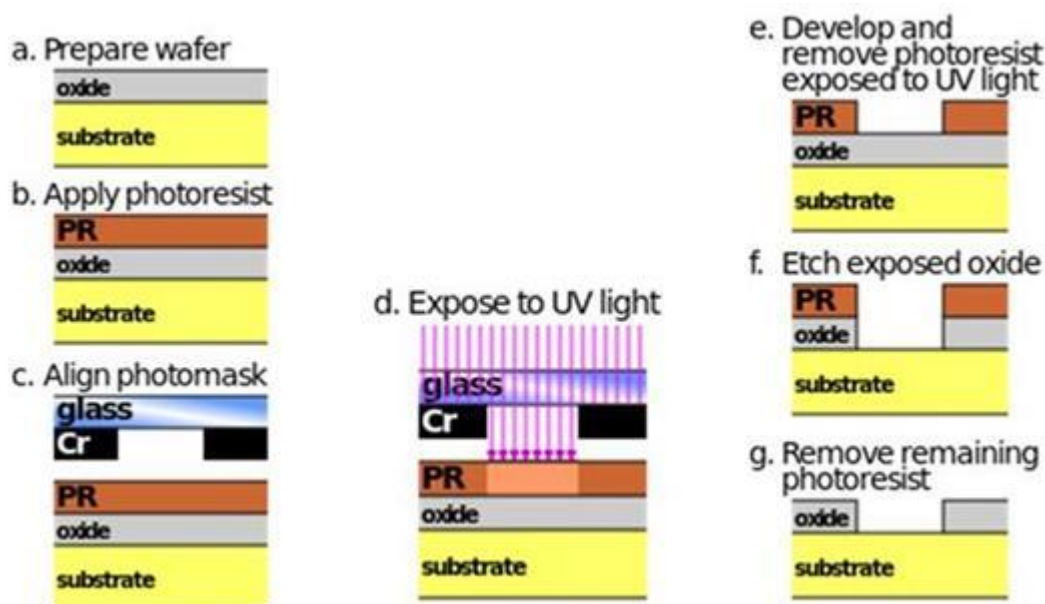
## 2.2. A chippek elkészítésének technológiai lépései

A chippek elkészítésének technológiai lépéseit a következő ábra foglalja össze. A chippeket egy nagy lapon alakítják ki. Ehhez először szilícium egykristály rudakat növesztenek (minél nagyobb átmérőben, ma már 300 mm-nél tartunk). Majd ezeket szeletelik, így jönnek létre a szilíciumostyák („silicon wafer”). A fejlesztések egyik útja az egykristályok átmérőjének a növelése. Most már a cél 450 mm. A másik irány, egy chip méretének csökkentése. Ezzel elérhetővé vált, hogy egy lapon 400 körüli chip készüljön el egy kezelés, levilágítás során.

A szilícium dioxidot néhány nanométer vastagságban felpárolgatják a szilícium lapra (wafer), amit előtte rendkívül alaposan megtisztítottak {a} ábra)}. Erre viszik fel a fotoérzékeny (Photo resister - PR) anyagot 5-10 nanométer vastagságban {b} ábra)}. Erre felviszik a fotomaszkot (Cr) {c} ábra)}. Ezután történik az UV fényrel a levilágítás {d} ábra)}. Ezután már le lehet választani az „exponált” fotoérzékeny anyagot {e} ábra)}. A

szabadon maradt szilícium dioxidot így le lehet maratni {f} ábra}. A szubsztráton maradt szilícium dioxidról ezután már el lehet távolítani a maradék fotoérzékeny anyagot {f} ábra}.

#### 12.14. ábra - A chip „felületkezelése”. Struktúra kialakításának lépései a fotolitográfia során



<http://ahshonorschemistry.wikispaces.com/A-Silicon+Wafer+Patterned>

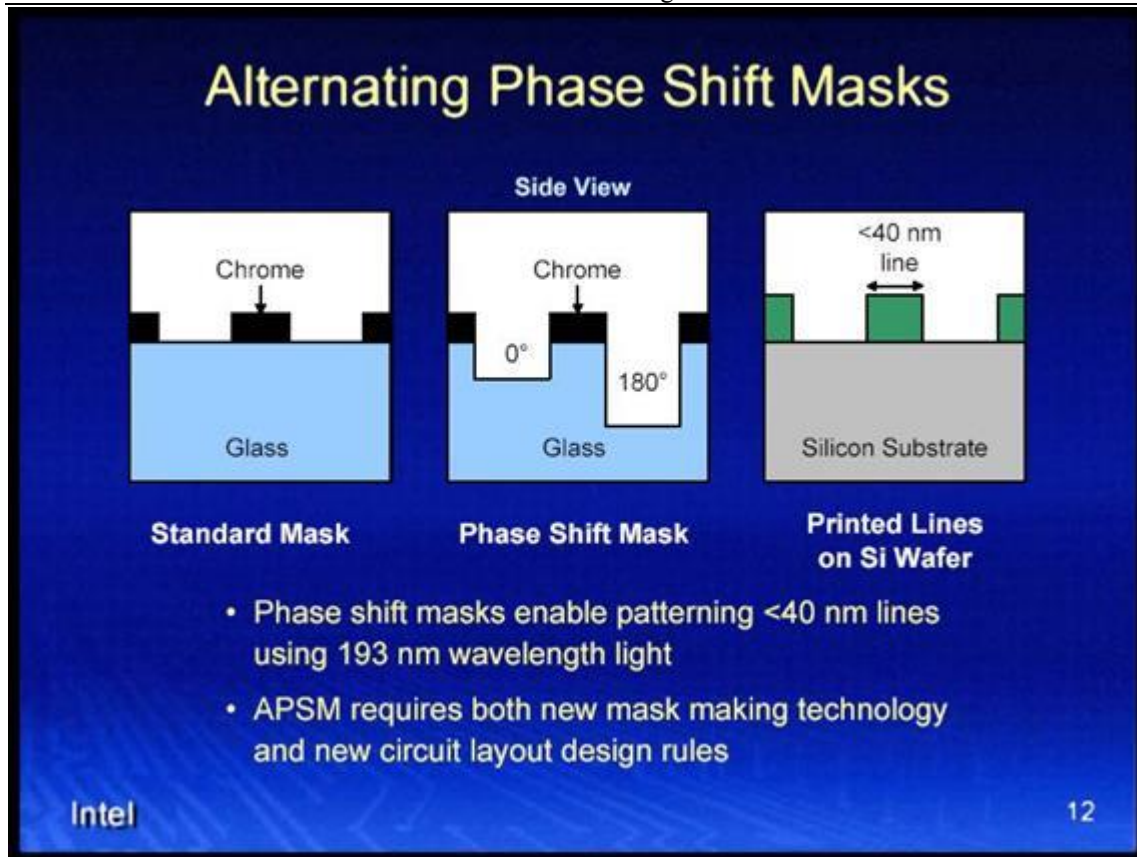
Egy másik megoldás az ún. **computational vagy másképp inverz litográfia**. Ez a maszkok optimalizálása a teljes levilágítási procedura összes elemének számítógépes szimulációjával. Az inverz litográfia nevét onnan kapta, hogy az eljárás kiindulópontja nem a maszk, hanem az ábra, amit a szilíciumon látni szeretnénk.

A **Phase Shift Mask** előállítása lehetővé teszi, hogy a 193 nm-es megvilágító fény alkalmazásával elkészíthető legyen a 40 nm szélességű csík.

A "**double patterning**" során a levilágítás két menetben, két eltérő maszkkal történik - ennek a hátránya, hogy a folyamat kétszer annyi ideig tart.

#### 12.15. ábra - Alternating Phase Shift Mask (APSM) készítés sémája



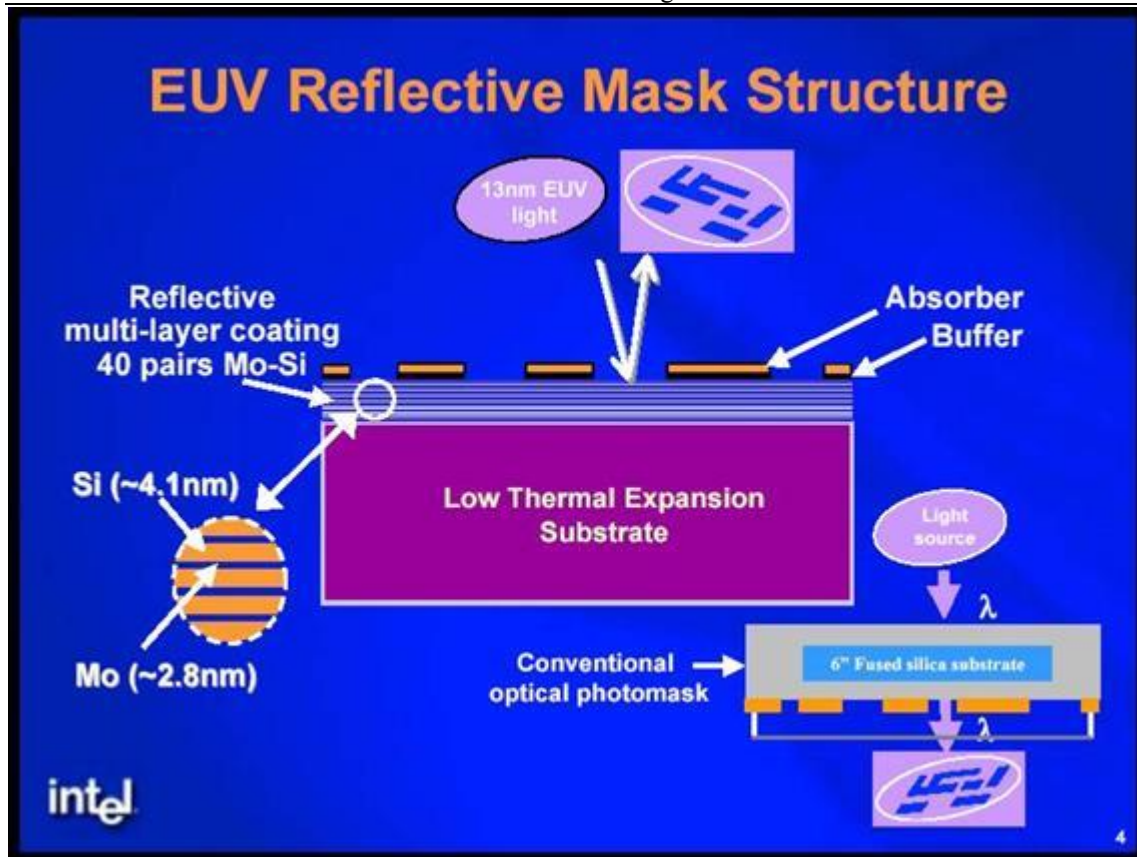


<http://ixbtlabs.com/articles2/intel-65nm/litho.html>

## 2.3. Nanolitográfiai technikák

Az **extrém ultraibolya fény** „előállítás” a fény interferencia tulajdonságán alapszik (egyike a **nanolitográfiai technikáknak**). A nagyon kicsi hőágulási együtthatóval bíró szubsztráton szilícium (4,1 nm) és molibdén (2,8 nm) vastag rétegeiből 40 párt párologtatnak fel. Ezeken keresztül jut a 13 nm hullámhosszú fény a felületre. Ezt már nagyvákuumban kell végezni.

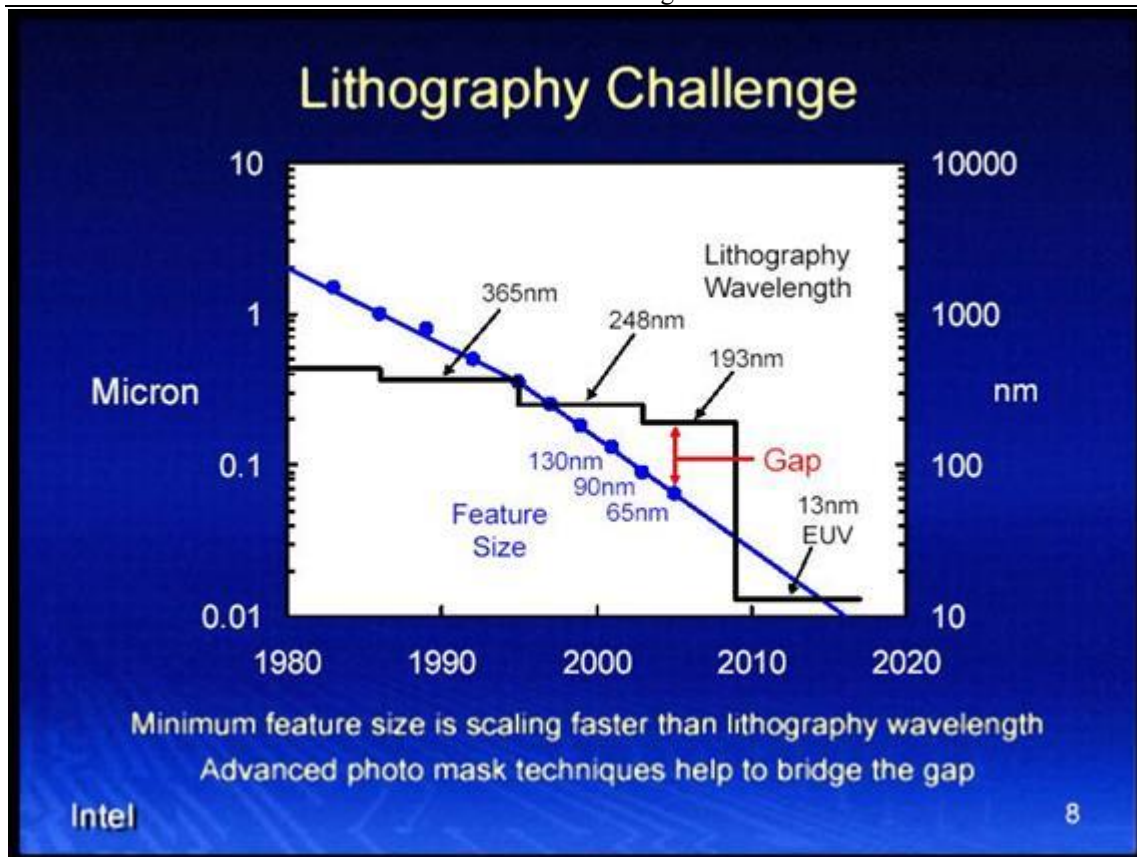
### 12.16. ábra - Az extreme ultra violet light (EUVL)



<http://ixbtlabs.com/articles2/intel-65nm/litho.html>

Az ún. **Extrém ultraibolya litográfia** (extreme ultra violet light EUVL) mint **nanolitográfiai technika**, már üzembe állás állapotában van, és várhatóan 2013-2014-ben ezzel az eljárással a chippek sorozatgyártása is megkezdődik

**12.17. ábra - Az alkalmazott fény hullámhossza és a csíkszélesség közötti kapcsolat az „évek függvényében”**



<http://ixbtlabs.com/articles2/intel-65nm/litho.html>

Mivel az fotolitográfias eljárás során alkalmazott fényérzékeny anyagok „ultraibolya érzékenyek” ezért a chip gyártó helyiségekben az alkalmazott fény csak a látható sárga komponensét tartalmazzák (Na lámpa) azaz narancssárga színű fény mellett dolgoznak..

### 12.18. ábra - Chip előállító „tisztaszoba”



Végezetül egy összefoglaló az **összes lehetséges nanolitográfiai technikáról**

- Extreme ultraviolet lithography (EUV) az optikai litográfia vákuum ultraibolya tartományú “folytatása” (13.5 nm). Ez várhatóan a legelőször megvalósuló NGL technika.
- röntgensugaras litográfia,
- maszk nélküli litográfia,

- Electron-Beam Direct-Write Lithography (EBDW),
- Atomic Force Microscopic Nanolithography (AFM)
- Magnetolithography (ML)

## 3. Mikro-megmunkálás lézerekkel

[http://www.laser-industrial.com/micro\\_nano\\_laser\\_machining.html](http://www.laser-industrial.com/micro_nano_laser_machining.html)

### 3.1. A lézeres megmunkálás (vágás, gravírozás) alapjai

**Lézeres mikro-megmunkálás** alatt értjük a következőket: lézeres vágása, lyukasztása, karcolás (gravírozása), anyageltávolítása, hasítása plasztikoknak, üvegeknek, kerámiáknak. Ezen műveleteknek a nagyságrendje az 1 mikrométertől az 1 milliméterig terjed. A minták vastagsága nem lehet több 1 milliméternél. Lyukasztás esetén a belépő átmérő nagyobb, mint a kilépő. A kúpnak félszöge 3-5 fok. A lézeres megmunkálás felbontóképessége függ a hullámhossztól. A legkisebb elkészíthető lyuk, vagy vágás „átmérője” a hullámhossz kétszerese. Rövid hullámhosszúságú és rövid impulzusú lézerekkel elérhető az 1 µm-es megmunkálási méret.

#### Lézerek üzemmód szerinti felosztása

- folytonos lézerek (CO<sub>2</sub>, Ar<sup>++</sup>)
- impulzus lézerek (CO<sub>2</sub>, Nd:YAG, XeCl, Ar,F, KrF,.. )

#### Folytonos lézerek a fénytelsítményük szerint lehetnek

- kis teljesítményű lézerek (néhány milliwatt: szemészet,..)
- nagy teljesítményű lézerek (100 W gravírozáshoz, operációhoz)

#### Impulzus lézerek az ismétlési frekvencia szerint

- alacsony ismétlési frekvenciájú, nagy impulzus teljesítményű (excimer lézerek)
- nagy ismétlési frekvenciájú, kis impulzus energiájú, nagyon rövid impulzus idejű lézerek (dióda lézer pumpált, Q-kapcsolt Nd:YAG)

#### A minta megmunkálásának két fő módszere van:

- Közvetlen „írás” (lézer fényt mozgatjuk, pásztázzuk)
- Maszkon keresztül történő megmunkálás

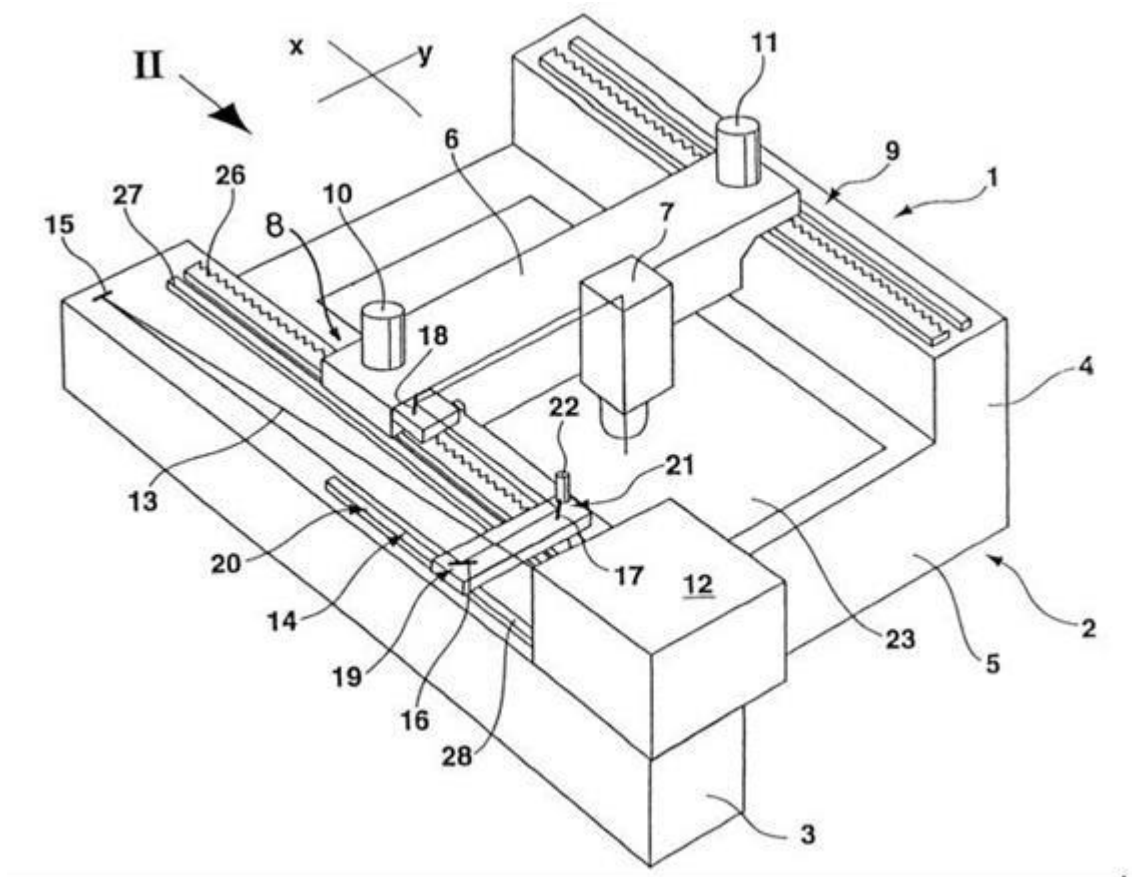
#### A lézerfény és a minta térbeli viszonya lehet (sík és térbeli megmunkálás esetén)

- a minta x-y mozgatásával
- a lézer „fej” x-y mozgatásával
- mind a kettő térbeli mozgatásával

A lézeres megmunkálás során, többnyire az asztalt számítógépes programmal (CAD/CAM program) vezérelt motorok mozgatják egymásra merőleges irányban:

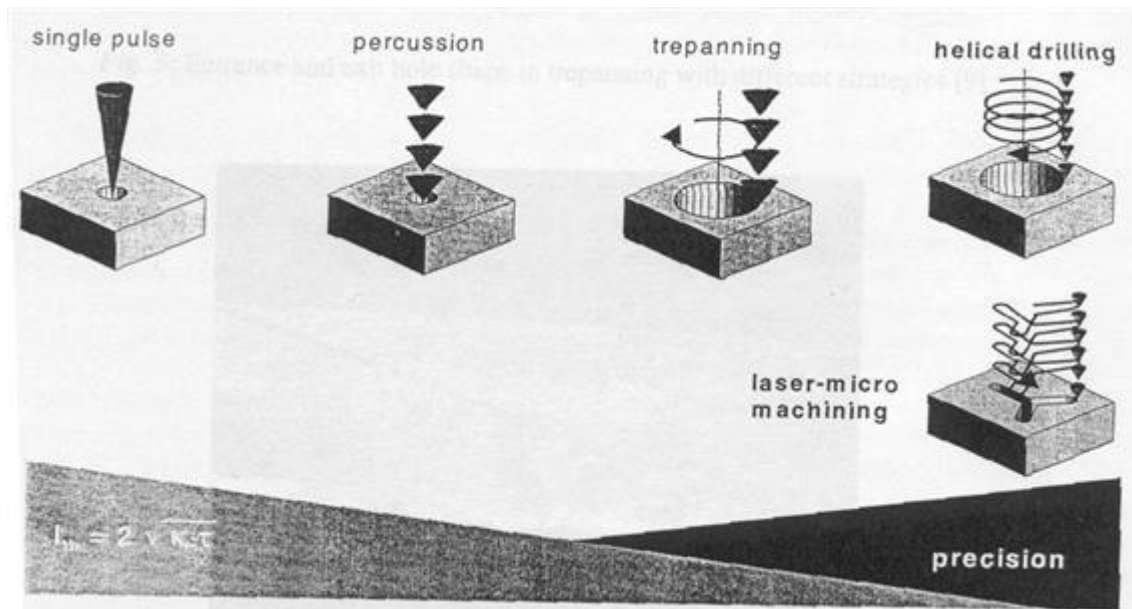
### 12.19. ábra - Számítógép vezérelt lézeres felület megmunkáló rendszer sémája





<http://www.freepatentsonline.com/6586706.pdf>

## 12.20. ábra - Lézer nyáláb vezérlésével elérhető „lyuk formák”



<http://www.mrl.columbia.edu/ntm/ch04s4.html>

A maszk alkalmazásának előnye, hogy kész rajzolatú maszkot (pattern) tudunk mozgatás nélkül alkalmazni. Jó minőségű élek kialakítására van lehetőség, tintasugaras pontosság, (ink jet-type" precision) érhető el (UV excimer lézerek a fotólitográfiában, chip gyártásban )

## 3.2. Felületi megmunkálásnál alkalmazható lézerek

12.3.2. a) Kis ismétlési frekvenciájú (tíz, száz Hz) impulzus üzemben, **dióda által pumpált Nd:YAG (neodímiummal szennyezett ittrium alumínium gránát) lézerek (Diode-pumped Solid State Lasers - DPSS)** Az alapfrekvencia 1064 nm, ennek kétszerezésével az 532 nm, háromszorozásával a 355 nm, négyszerezésével pedig a 266 nm hullámhosszúságú lézerfény állítható elő. Impulzusainak hossza lehet néhány pikoszekundum, vagy néhány száz femtoszekundum. A mikroelektronika iparban alkalmazzák (mikro csatornák kialakítására mobil telefonokban vagy más hordozható elektronikai berendezésben) főleg az ultraibolya spektrum tartományban (355 nm, 266 nm).

12.3.2. b) Nagy ismétlési frekvenciájú (1-5 kHz) *impulzus DPSS lézerek*. Ezek több fő egységből állnak: oszcillátor, regeneratív erősítő, kompresszor. Ezek előnye, hogy nagyon kis energiájú, de nagyon rövid (néhány száz femtoszekundum) impulzusidejű sorozatot bocsátanak ki, ami nem eredményezi a minta felmelegedését, ezért a fókuszált nyaláb nyak átmérőjénél a keletkezett lyuk nem lesz nagyobb. Az ipari lézerrendszer átlag teljesítménye elérheti a néhány wattot. Nagyobb ismétlési frekvencia esetében (50 kHz) elvégezhető a műanyagok vágása, vékony fémfólia lyukasztása, polimerek és kerámiák nem egyforma furatmintáinak az elkészítése.

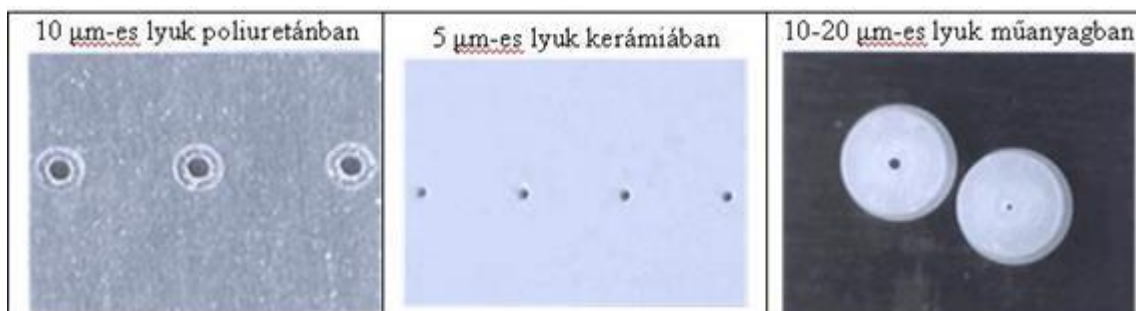
12.3.2. c) **Excimer Lézerek** Az ultraibolya excimer lézerek (xenon-klorid XeCl, 308 nm; kripton-fluorid, KrF, 248 nm; argon-fluorid ArF, 193 nm) impulzus lézerek, melyek 20-100 Hz ismétlési frekvenciával működhetnek. Az 1 Joule körüli, és 20-50 ns időtartamú impulzusaik csúcsteljesítménye eléri a 10-20 MW-ot, a sorozat átlagteljesítménye pedig a 100 W-ot. Alapban alkalmasak műanyagok, üvegek, kerámiák és vékony fémlemezek megmunkálására. Alkalmazzák még a szemészetben és festmények restaurálása terén. Legnagyobb eredményességgel az UV lézeres fotolitográfia terén használják (napjainkban már az ArF lézert) a nagyon kis csík szélességű chip előállítására. Megfelelő leképező rendszerrel elérhető a hullámhosszhoz képest tízszer kisebb csík szélesség is.

12.3.2. d) *Rövid impulzusú CO<sub>2</sub> lézer* (Széndioxid) (10,6 mikron). Ismétlési frekvenciája 10 kHz, átlag teljesítménye 150-2500 W lehet. Ezzel érhető el vágás, hegesztés terén a legnagyobb megmunkálási sebesség, két nagyságrenddel gyorsabb, mint az excimer lézerekkel, és egy nagyságrenddel jobb, mint a DPSS lézerekkel összeállított rendszerek. Természetesen a fizikai folyamatok a lézer impulzust követően egészen mások az egyes lézerek esetében.

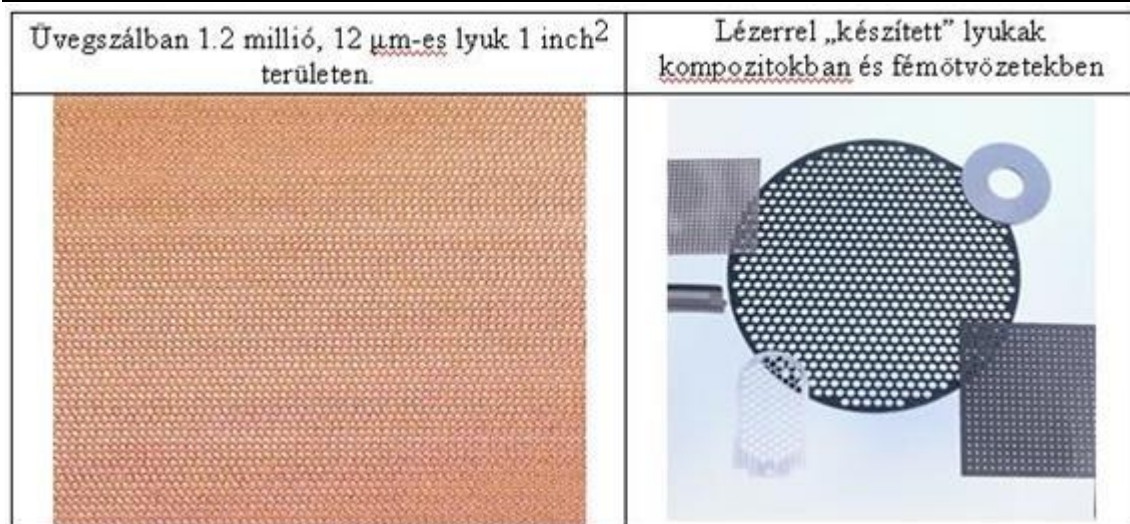
## 3.3. Lézeres megmunkálás eredményei

[http://www.laser-industrial.com/micro\\_machining\\_examples.html](http://www.laser-industrial.com/micro_machining_examples.html)

### 12.21. ábra - 5-20 µm-es lyukak poliuretánban, kerámiában, műanyagban



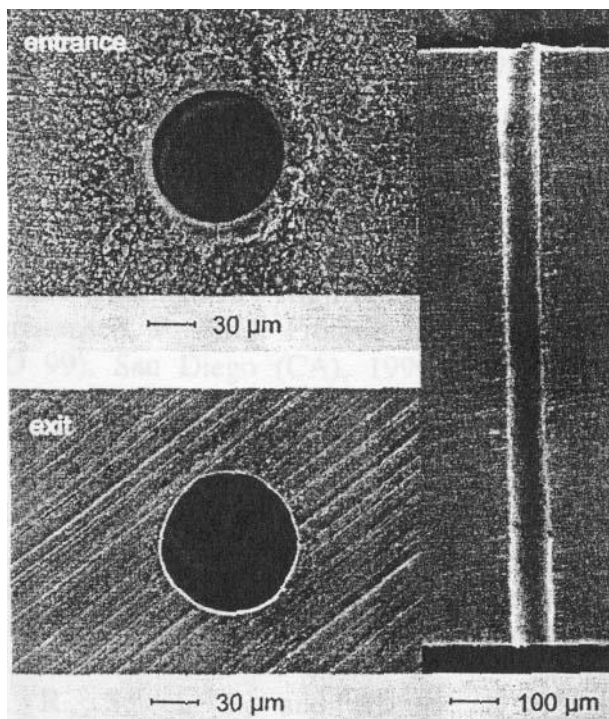
### 12.22. ábra - Lézeres mikrolyukasztás üvegszálnban és kompozit anyagokban



<http://www.laico.com/company-laser-drilling-composite.html>

<http://www.lpkf.com/applications/laser-micromachining/ceramics/micro-drilling-ceramics.htm>

### 12.23. ábra - Mikrolyukak

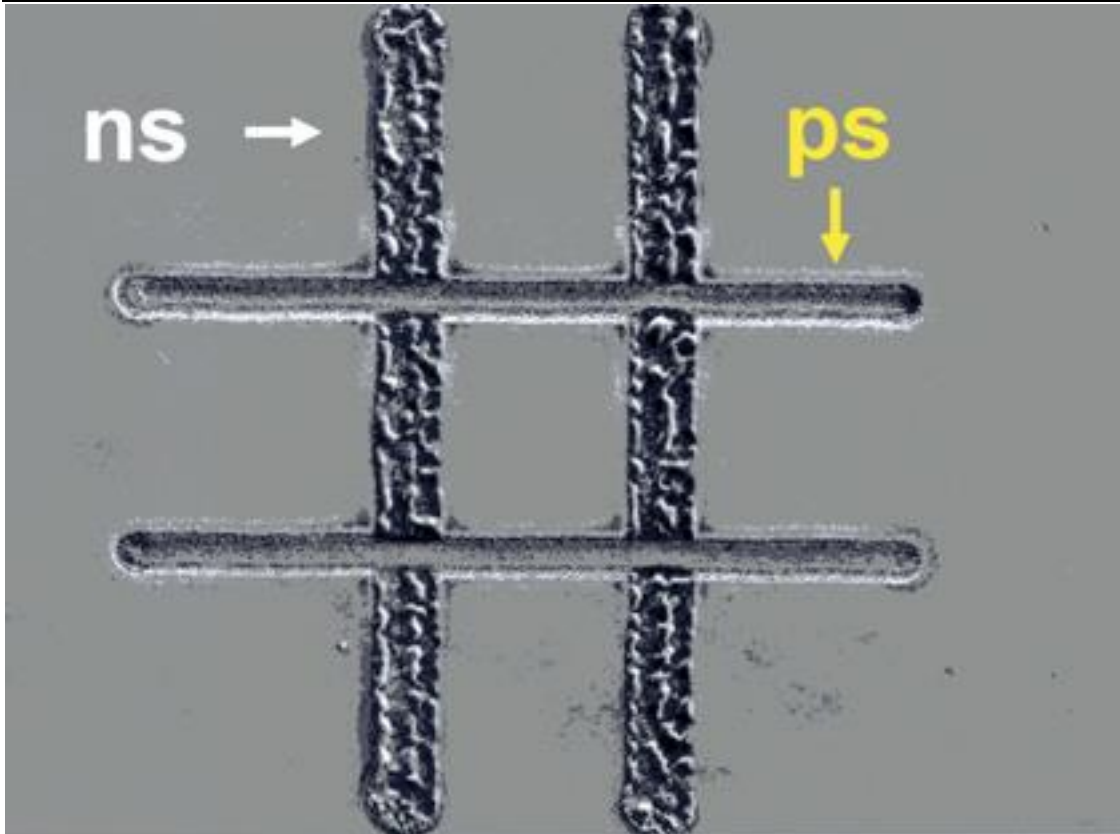


<http://www.mrl.columbia.edu/ntm/ch04s4.html>

Mikrolyukak 1 mm vastag acél lemezben helikális lyukasztási technikával. 40  $\mu\text{m}$ -es lyuk készítése 10 ns időtartamú Nd:YAG lézer impulzusokkal.

### 12.24. ábra - Mikromegmunkálás 4-5 $\mu\text{m}$ -es szélességben az impulzus lézer időtartamától függően





[http://www.laser-industrial.com/micro\\_nano\\_laser\\_machining.html](http://www.laser-industrial.com/micro_nano_laser_machining.html)

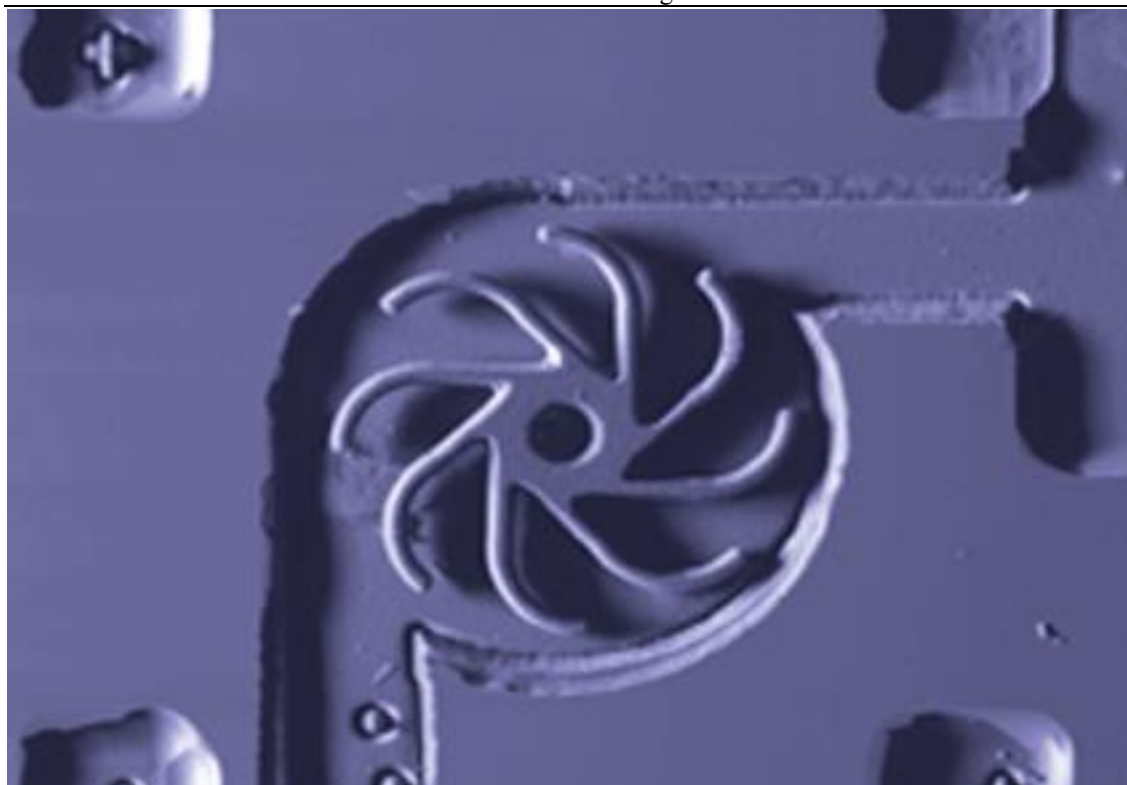
## 4. Mikro-megmunkálás protonnyalábbal

[http://atomki.hu/k+f\\_innovacio/mems.php](http://atomki.hu/k+f_innovacio/mems.php)

A **protonnyalábbal történő mikro-megmunkálás** (PBW) „mikro eszközök” létrehozására lehet alkalmas. Ilyen téren az MTA debreceni Atommagkutató Intézet szakembereinek a budapesti Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet munkatársaival együttműködve a világon elsőként sikerült mozgó alkatrészt tartalmazó szilícium eszközt létrehozniuk e módszerrel. A miniatűr gép egy mikroturbina, amely folyadékkal és gázokkal is működtethető. A PBW során különböző anyagokat sugároznak be egy speciális készülékben előállított protonnyalábbal, majd a struktúrát kémiai eljárások segítségével hívják elő: a besugárzással megjelölt területet kioldják az anyagból, vagy az úgynevezett negatív eljárás során a kialakított „gödröket” más anyagokkal töltik fel. Ezzel a módszerrel szilíciumban is lehetséges mikroszerkezeteket létrehozni. A PWB nyalábméret világrekordja jelenleg 20 nanométeres miniatűr megmunkálás.

### 12.25. ábra - Proton nyalábbal „készült” mikroturbina





Az Atommagkutatóban, Debrecenben használt eszközökkel 1-2 milliméteres objektumokat tudnak készíteni. A mikroturbina is ekkora. Ezt az eszközt pedig leginkább mikrolaborokban alkalmazhatják: ezekben minimális vegyszermennyiséggel lehet kísérleteket végrehajtani, ami egyrészt gyorsabbá teszi a folyamatokat, másrészt a drága és sokszor igen reagens vegyületekből kevesebbet kell felhasználni.

## 5. Pásztázó alagútáram-mikroszkóp

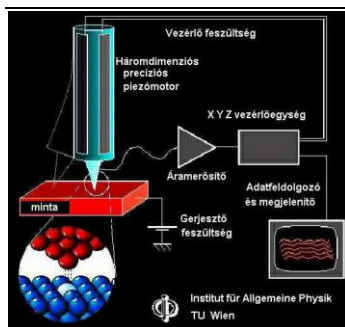
<http://virag.elte.hu/kurti/afm1.html>

Igen fontos lépés volt a nanométeres vagy annál kisebb tárgyakat az ember számára láthatóvá tevő eszközök megjelenése. Egyrészt a már klasszikusnak számító elektronmikroszkópiát (1933-ban fedezte fel E. Ruska) sikerült arra a szintre tökéletesíteni, ahol képes rutinszerűen feloldani a néhány tizednanométeres részleteket.

Svájci fizikusok 1981-ben a fénymikroszkóptól (mikronos felbontás) és az elektronmikroszkóptól teljesen eltérő elven működő, új mikroszkópcsalád első tagját fejlesztették ki: az **alagútmikroszkópot**. Ez képes, a nanométer tizedrésze nagyságú atomi méretű részletek felbontására is. Segítségével először "pillantott meg" az ember atomokat, és megvizsgálhatta egy szabályos atomi elrendezésben (kristályban) egyetlen atom hiánya által előidézett változásokat. Binnig és Rohrer 1986-ban Nobel-díjat kaptak a felfedezésükért.

A **pásztázó alagút(áram)mikroszkóp** (Scanning Tunneling Microscopy, STM) lehetővé teszi, hogy szilárd felületekről készítsünk képeket. Az STM működésének alapja egy úgynevezett alagútáram, amely akkor folyik, ha egy hegyes tű legalább 1 nanométer távolságra megközelít egy elektromosan vezető felületet. A hegyes tűt egy piezoelektromos rúd végére szerelik, így parányi elmozdulása elektronikusan vezérelhető. Mialatt végigpásztázza a felületet, az STM elektronikája mindig úgy mozditja el, hogy az alagútáram, (és így tulajdonképpen a felület és a tű távolsága) állandó maradjon. Ez a mozgás (tehát a felület pontos lekövetése), rögzíthető és ábrázolható úgy, mint a felület domborzati képe. Ideális esetben az egyes atomok felülete egymástól megkülönböztethető, és láthatóvá tehető.

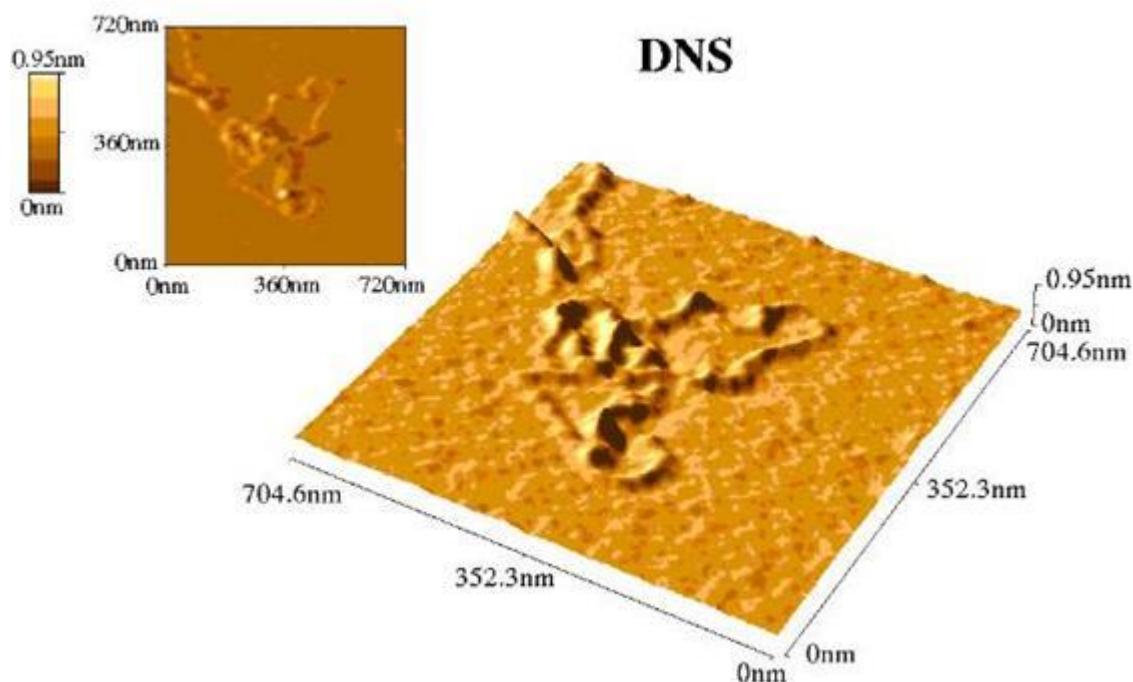
### 12.26. ábra - Pásztázó alagút(áram)mikroszkóp sémája



<http://alag3.mfa.kfki.hu/stm-stud/labgyak/>

A kép nemcsak a felület alakjától, hanem a felületi villamos töltéssűrűségtől is függ, sőt van a tű és minta között olyan kölcsönhatás is, ami még nem tisztázott eléggé. Maga a berendezés ugyan levegőben vagy folyadékban is működne, de ahhoz, hogy elkerüljük a minta szennyeződését, nagyvákuum kell. Egy fémfelület esetén az is gond, hogy az STM-en keresztül nagyon laposnak látszik, mert az egyes atomok alig (1-10 % atomátmérő) emelkednek ki a felületről. Ha látni akarjuk az egyes atomokat, akkor a tűt az atomátmérő 1 %-nak megfelelő távolságban, azaz körülbelül 2 pikométer távolságban kell „vezetni”, „eltartani”. Ez azt is jelenti, hogy a műszert a környezeti rezgésektől tökéletesen el kell szigetelni. Az STM képeit általában „fekete-fehérben jelenítik” meg, ahol a kiemelkedéseket fehérrel a mélyedéseket feketével ábrázolják.

### 12.27. ábra - Virális cirkuláris DNS szál



<http://virag.elte.hu/kurti/afm1.html>

## 6. Kérdések

- 12.1. Milyen alkalmazott tudományi és technikai területek tartoznak ebbe a gyűjtőfogalomba: nanotechnológia?
- 12.2. Foglalja össze a nanotechnológia történeti kialakulásának meghatározó eseményeit!
- 12.3. Mutasson be néhány példát nanotechnológia a természetben témakörre!
- 12.4. Mutasson be néhány példát kültéri burkolatok nanokezelt kialakítására!

12.5. Sorolja fel a fotolitográfia során alkalmazott „fényforrásokat” és azok hullámhosszát!

12.6. Ismertesse a chippek elkészítésének technológiai lépéseit!

12.7. Milyen eszközök és milyen fizika elvek alapján „működik” az extrém ultraibolya litográfia, mint nanolitográfiai technológia?

12.8. Foglalja össze a jövőbeli összes lehetséges nanolitográfiai technikát!

12.9. Soroljon fel lézeres mikro-megmunkáló technikákat!

12.10. Osztályozza a lézereket üzemmód, „folytonosság”, átlagteljesítmény és impulzus teljesítmény szerint!

12.11. Ismertesse, milyen „lyuk méretek és formák” érhetők el a lézer nyaláb vezérlésével!

12.12. Ismertesse a dióda által pumpált Nd:YAG lézerek fontosabb műszaki adatait és felhasználási lehetőségeit!

12.13. Ismertesse az excimer lézerek fontosabb műszaki adatait és felhasználási lehetőségeit!

12.14. Ismertesse a rövid impulzusú CO<sub>2</sub> lézerek fontosabb műszaki adatait és felhasználási lehetőségeit!

12.15. Milyen feladatokra lehet alkalmas a protonnyalábbal történő mikro-megmunkálás?

12.16. Milyen fizikai elvek alapján működik a pásztázó alagút(áram)mikroszkóp? Ismertesse egy ilyen berendezés „működését”, és a vizsgálat „eredményét”!

## 7. Tesztek

**12.1. Milyen alkalmazott tudományi és technikai területek tartoznak ebbe a gyűjtőfogalomba: nanotechnológia?**

12.1.a. Olyan technológiák gyűjtőfogalma, amelyek termékeinek mérete kisebb, mint 1 µm.

12.1.b. Olyan technológiák gyűjtőfogalma, amelyek termékei nagyon kicsik.

12.1.c. Olyan technológiák gyűjtőfogalma, amelyek végtermékének jellemző méretei az 1-100 nanométeres tartományban vannak.

**12.2. Sorolja fel a fotolitográfia során alkalmazott „fényforrásokat” és azok hullámhosszát!**

12.2.a. Alkalmazott fényforrások: nátrium lámpa (589 nm), higanygőz lámpa (365 nm), KrF lézer (248 nm),

12.2.b. Alkalmazott fényforrások: XeCl lézer (308 nm), KrF lézer (248 nm)

12.2.c. Alkalmazott fényforrások: higanygőz lámpa (365 nm) KrF lézer (248 nm), ArF lézer (193 nm), F2 lézer (157 nm)

**12.3. Soroljon fel lézeres mikro-megmunkáló technikákat!**

12.3.a. Lézeres mikro-megmunkáló technikák a következők: lézeres vágás, mikrofúrás, karcolás, anyagtávolítás

12.3.b. Lézeres mikro-megmunkáló technikák a következők: lézeres vágás, lyukasztás, gravírozás, anyagtávolítás, hasítás

12.3.c. Lézeres mikro-megmunkáló technikák a következők: lézeres vágás, lyukasztás, gravírozás, repesztés.

**12.4. Ismertesse, milyen „lyuk méretek” érhetők el a lézer nyaláb vezérlésével!**

12.4.a. Lézernyalábbal ipari szinten a legkisebb lyuk átmérő 5-20 µm.

12.4.b. Lézernyalábbal ipari szinten a legkisebb lyuk átmérő 50-100 µm.

12.4.c. Lézernyalábbal ipari szinten a legkisebb lyuk átmérő 50-100 nm

### 12.5. Milyen feladatokra lehet alkalmas a protonnyalábbal történő mikro-megmunkálás?

12.5.a. A protonnyaláb 100-200 µm nagyságú „mikro eszközök” létrehozására alkalmas.

12.5.b. A protonnyaláb 300-400 nm nagyságú „mikro eszközök” létrehozására alkalmas.

12.5.c. A protonnyaláb 50-60 µm nagyságú „mikro eszközök” létrehozására is alkalmas.

### 12.6. Milyen fizikai elvek alapján működik a pásztázó alagút(áram)mikroszkóp?

12.6.a. Az „alagútmikroszkóp” működésének alapja az alagútáram, amely akkor folyik, ha egy hegyes tű legalább 1 µm távolságra megközelít egy elektromosan vezető felületet.

12.6.b. Az „alagútmikroszkóp” működésének alapja az alagútáram, amely akkor folyik, ha egy hegyes tű legalább 1 nanométer távolságra megközelít egy elektromosan vezető felületet.

12.6.c. Az „alagútmikroszkóp” működésének alapja az alagútáram, amely akkor folyik, ha egy hegyes tű legalább 100 nanométer távolságra megközelít egy elektromosan vezető felületet.

## 8. Megoldáskód a 12-es témához

|      |   |      |   |
|------|---|------|---|
| 12.1 | c | 12.4 | a |
| 12.2 | c | 12.5 | c |
| 12.3 | b | 12.6 | b |

## 9. Hivatkozások

[12.1] Nanotechnológia eredményeiről különböző ipari területeken.  
<http://hu.wikipedia.org/wiki/Nanotechnológia>

[12.2] Nanotechnológia történeti kialakulása. <http://www.nanoscience.hu/kezdő.htm>; <http://nano.lap.hu/>

[12.3] Nanotechnológia részvétele a világgiacon <http://www.nanostart.de/index.php/de/geschaftsbericht-2011/nanostart-ag>

[12.4] Felületkezelés „nanotechnológiával” <http://www.muszakiak.com/bevonattechnika/nanotechnologia.html>  
(Lásd: 293)

[12.5] Kerámiabevonatú alumínium edények [http://www.delimano.hu/delimano\\_starter\\_plus\\_keszlet.html](http://www.delimano.hu/delimano_starter_plus_keszlet.html) (Lásd: 294)

[12.6] Kültéri csúszásmentes, karcmentes, fagyálló burkolók <http://www.colorstone.hu/> (Lásd: 295)

[12.7] Festett műanyagok. <http://www.medikemia.hu/index.php?mid=20&prod=305> (Lásd: 298)

[12.8] Többrétegű hőszigetelő bevonatos építészeti üvegek  
<http://www.sunguardglass.hu/SunguardProducts/index.htm> (Lásd: 299)

[12.9] Fotolitográfiánál alkalmazott „fényforrások” hullámhosszai és a velük elért „felbontás”  
<http://www.design-reuse.com/articles/24046/in-design-physical-verification.html> (Lásd: 300)

[12.10] A chip „felületkezelése”. Struktúra kialakításának lépései a fotolitográfia során  
<http://ahshonorschemistry.wikispaces.com/A-Silicon+Wafer+Patterned> (Lásd: 301)

[12.11] Alternating Phase Shift Mask (APSM) készítés sémája <http://ixbtlabs.com/articles2/intel-65nm/litho.html>  
(Lásd: 302)



[12.12]Az extreme ultra violet light (EUVL) alkalmazása fotolitográfiára <http://ixbtlabs.com/articles2/intel-65nm/litho.html> (Lásd: 303)

[12.13]Az alkalmazott fény hullámhossza és a vele alkalmazott technológia által elért csíkszélesség közötti kapcsolat az „évek függvényében” <http://ixbtlabs.com/articles2/intel-65nm/litho.html> (Lásd: 304)

[12.14]Mikro-megmunkálás lézerekkel. [http://www.laser-industrial.com/micro\\_nano\\_laser\\_machining.html](http://www.laser-industrial.com/micro_nano_laser_machining.html)

[12.15]Számítógép vezérelt lézeres felület megmunkáló rendszer sémája <http://www.freepatentsonline.com/6586706.pdf> (Lásd: 306)

[12.16]Lézer nyaláb vezérlésével elérhető „lyuk formák” <http://www.mrl.columbia.edu/ntm/ch04s4.html> (Lásd: 307)

[12.17]5-20  $\mu\text{m}$ -es lyukak poliuretánban, kerámiában, műanyagban [http://www.laser-industrial.com/micro\\_machining\\_examples.html](http://www.laser-industrial.com/micro_machining_examples.html)

[12.18]Lézeres mikroyukasztás üvegszálban és kompozit anyagokban <http://www.laico.com/company-laser-drilling-composite.html> (Lásd: 309)

[12.19]Mikro lyukak Nd:YAG lézer impulzusokkal. <http://www.mrl.columbia.edu/ntm/ch04s4.html>

[12.20]Mikromegmunkálás 4-5  $\mu\text{m}$ -es szélességben az impulzus lézer időtartamától függően [http://www.laser-industrial.com/micro\\_nano\\_laser\\_machining.html](http://www.laser-industrial.com/micro_nano_laser_machining.html) (Lásd: 311)

[12.21]Mikro-megmunkálás protonnyalábbal [http://atomki.hu/k+f\\_innovacio/mems.php](http://atomki.hu/k+f_innovacio/mems.php)

[12.22]Pásztázó alagútáram-mikroszkóp <http://virag.elte.hu/kurti/afm1.html>

[12.23]Pásztázó alagút(áram)mikroszkóp sémája <http://alag3.mfa.kfki.hu/stm-stud/labgyak/> (Lásd: 313)

[12.24]Virális cirkuláris DNS szál <http://virag.elte.hu/kurti/afm1.html> (Lásd: 314)

---

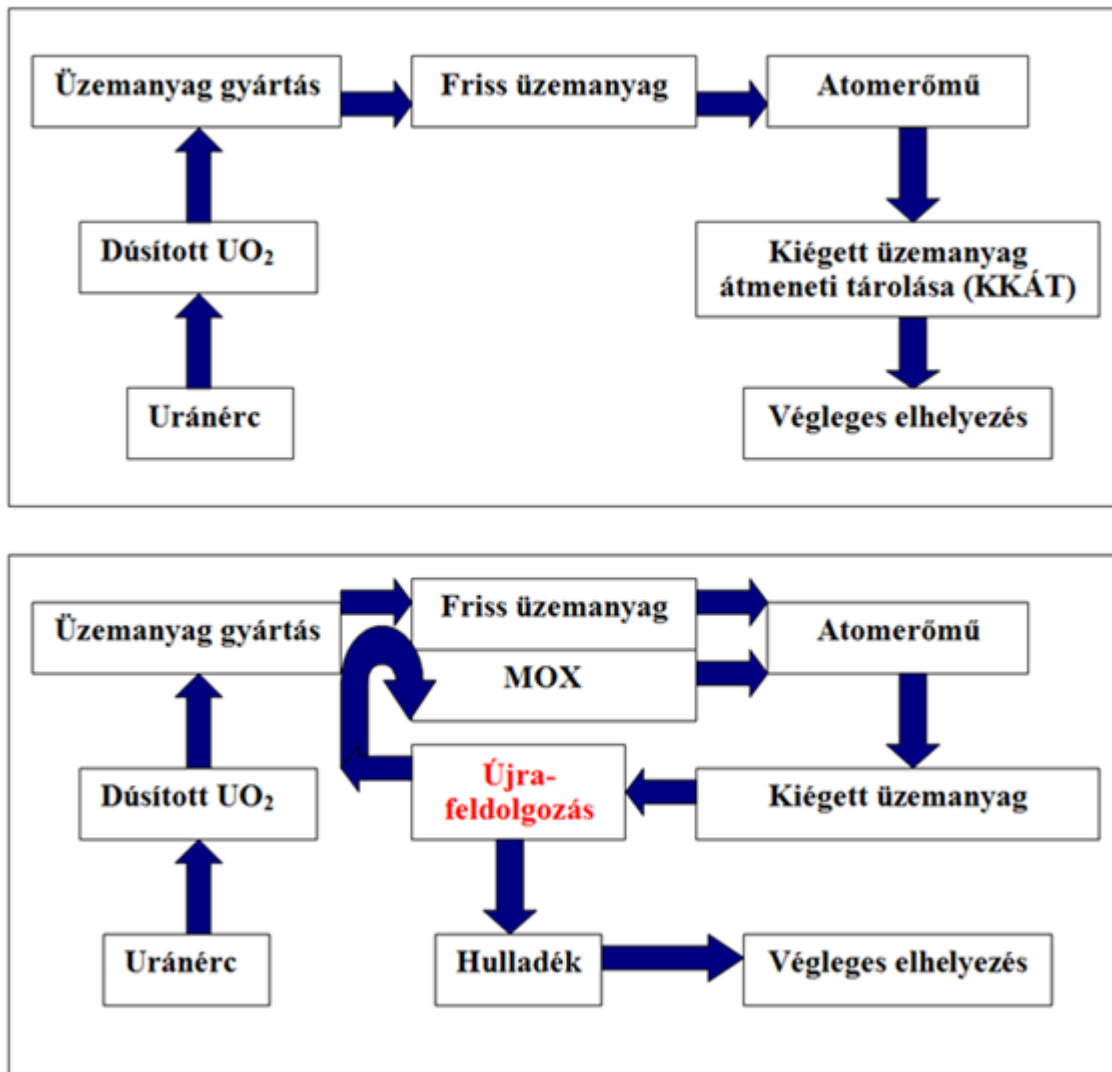
# 13. fejezet - Nukleáris hasadóanyag előállító, felhasználó és radioaktív hulladékkezelő technológiák.

## 1. A nukleáris energetika komplex rendszere

A nyílt nukleáris üzemanyagciklus fontosabb állomásai (1. 2. ábra)

- Hasadóanyagokat tartalmazó ércek bányászata
- Érdúsítás (kémiai eljárások)
- Izotóp szeparáció, fűtőelem (üzemanyag) gyártás
- Atomerőműben felhasználás, elektromos energia előállítás
- Kiegett üzemanyag --- >Hadiipar
- Kis-, és közepes aktivitású hulladék elhelyezése
- Kiegett üzemanyag és kiegett fűtőelemek (nagyaktivitású hulladék) --- >tárolása.

### 13.1. ábra - Nyílt és zárt üzemanyag ciklus



[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021\\_Nuklearis\\_ipar\\_hulladekkezelese/ch04s02.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Nuklearis_ipar_hulladekkezelese/ch04s02.html)

A **zárt üzemanyag ciklusban** a kiegészített üzemanyag **újrafeldolgozásra, reprocessálásra** kerül. A használható rész visszakerül az erőműbe, és kevesebb mennyiség kerül végleges elhelyezésre

(hivatkozás: TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0020 Tudományos képzési műhelyek támogatása és a tehetséggondozás rendszerének kialakítása az Óbudai Egyetemen)

Nemegyensúlyi zárt üzemanyagciklus leírása

- A kiegészített fűtőelemekben még meglevő hasadóanyagot újra fel kell használni reaktorokban.
- Újrahasznosító, reprocessáló üzemeket kell létesíteni.
- A természetes urán döntő részét (99,3 %) képező U-238 izotópot is hasznosítani kell.
- Gyors, tenyésztőreaktorokat kell építeni, amelyekben az U-238-ból Pu-hasadóanyag termelődik.
- Majdnem az egész természetes urán energetikai hasznosítására lehetőség nyílik.
- A „zárás” tenyésztőreaktorok nélkül is 30-70 %-kal megnöveli az urán hasznosítási hatásfokát: 0,3-0,7 %.
- Gyorsreaktorok alkalmazásával a természetes urán hasznosítási hatásfoka 10-30-szorosára nőhet.

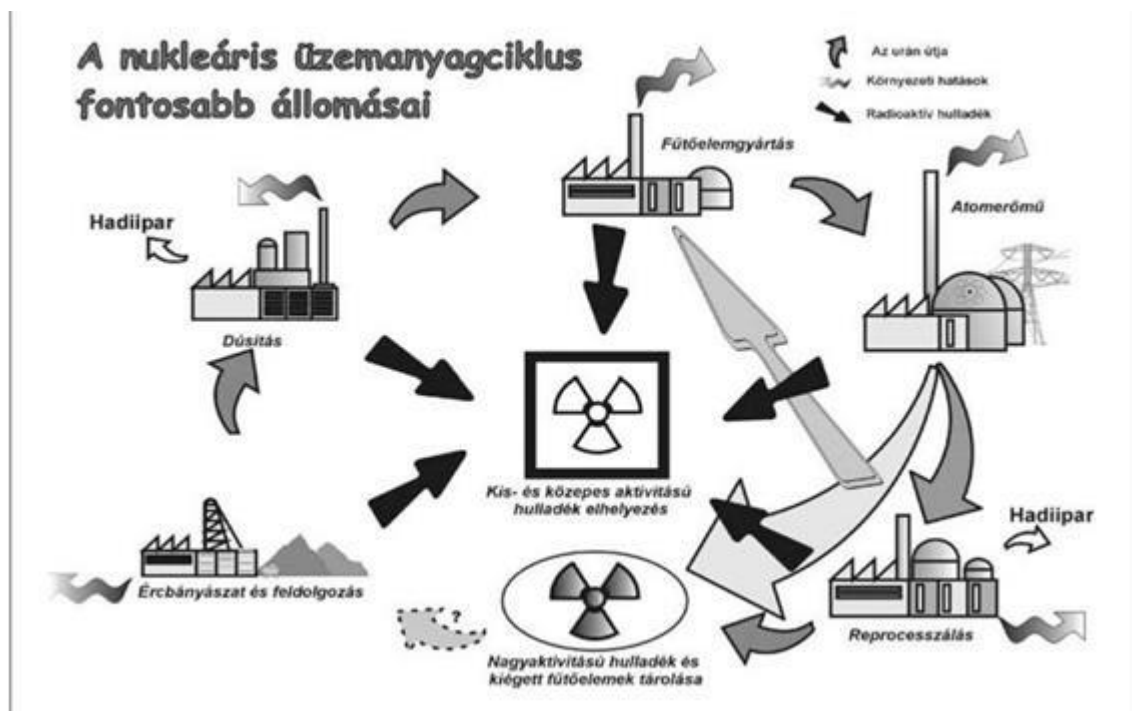
Miért „nemegyensúlyi” a rendszer?

- Amíg a gyorsreaktorok számának aránya nem ér el egy bizonyos szintet, addig az üzemelő és épülő termikus reaktorok számára szükség van urándúsításra, így továbbra is keletkezik dúsítási maradék, szegényített urán.
- A kiégett üzemanyag reprocesszálása folytán ebben a rendszerben is nagy mennyiségű és aktivitású radioaktív hulladék keletkezik.
- A következő 20-50 év feladata ezen rendszer kifejlesztése és alkalmazása.

Egyensúlyi zárt üzemanyagciklus

- E rendszerben a termikus reaktorok teljes üzemanyagigénye kielégíthető az uránnak a rendszerben termelt többlet plutóniummal történő feldúsításával.
- A természetes urán izotópdúsítására nincs szükség.
- Nem keletkezik dúsítási maradék.
- Az egyensúlyt a rendszerben levő, megfelelő tenyésztési tényezőjű gyorsreaktorok biztosítják.
- Ehhez a rendszerhez a nemegyensúlyi rendszeren keresztül vezet az út, legkorábbi megvalósulás 2030.

### 13.2. ábra - Nukleáris üzemanyag ciklus fontosabb állomásai



[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032\\_kornyezetgazdalkodas1/ch20s02.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_kornyezetgazdalkodas1/ch20s02.html)

### 13.3. ábra - A zárt nukleáris üzemanyag ciklus részletes sémája





<http://bgk.uni-obuda.hu/jegyzetek/mat/Atomenergetika/Diasorok/>

## 2. Hasadóanyag tartalmú ércek feldolgozása

### 2.1. Kémiai eljárás a bányászatot követően.

A kitermelt uránércet először összetörlik, majd megőrlik, különböző szemnagyságú frakciókba történő osztályozás után **radiometrikus dúsítást végeztek**. (A nyersérc dúsítására szolgáló létesítményeket Magyarországon, Kővágószőlősen 1964-ben helyezték üzembe) Az osztályozáskor keletkező meddő száraz tárolása esetén felülről földtakaróval vonják be, megvédve a kiporzástól és az eróziótól. Alulról döngölt föld, vagy fólia védi a talajvizet. A földtakarónak van egy másik szerepe is: lassítja a radon kijutását a környezetbe. Mivel ennek a **radioaktív nemesgáznak a felezési ideje elég rövid, 3,8 nap**, a földtakarón való átszivárgás közben folyamatosan fog, és csak a töredéke jut ki a felszínre.

Az uránércet **őrlés után**, vegyszerekkel (**savas feltárás esetén kénsavval, lúgos feltárás esetén nátrium-hidroxiddal**) oldatba viszik. Az oldatból tisztítás után kicsapatják az uránoxidokat, a folyamat végterméke a **sárga por vagy sárga pogácsa** ( $\text{U}_3\text{O}_8$ , yellowcake) **50 % fémurán tartalmú termék**. Ezt szállítják a dúsítást végző üzemekbe, ahol gáznemű  $\text{UF}_6$ -t alakítják. Majd ennek a terméke lesz az  $^{235}\text{U}$  (dús). Főként  $\text{UO}$  -ként kerül a fűtőelemekbe.

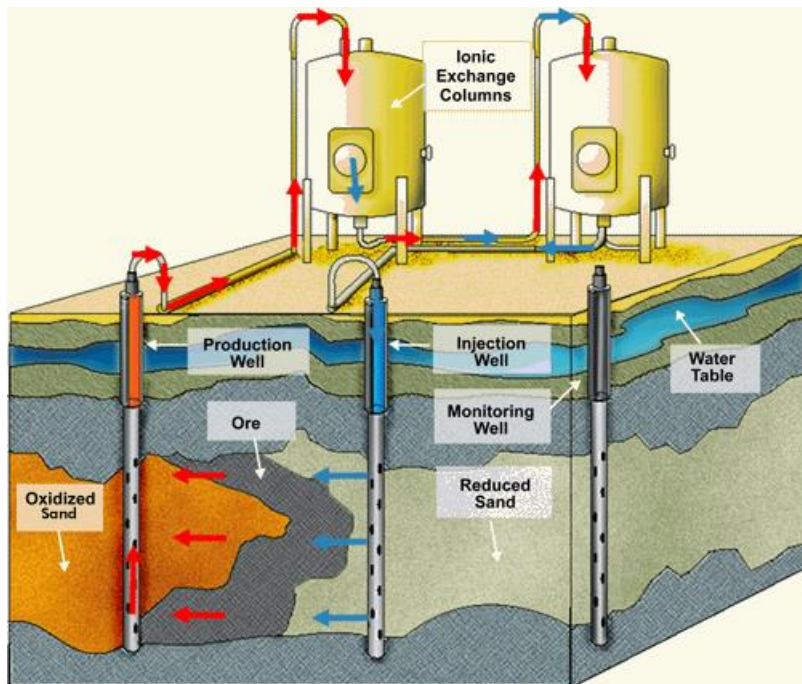
### 13.4. ábra - Sárga por vagy sárga pogácsa ( $\text{U}_3\text{O}_8$ , yellowcake)

A fémiszegény érceket és a kis urántartalmú meddőközeteket 30 mm szemnagyság alá törték és 10-12 méter magas, alul szigetelt, úgynevezett *perkolációs dombokban* halmozták fel, ahol szódaoldatos többszöri átmosásukra került sor. Az így nyert **feldúsult urántartalmú oldatot** ioncserélő **szeperációval** uránmentesítették, majd a dúsítmányt **besűrítették**. Ezzel az itt kifejlesztett módszerrel 30 év alatt közel 600 tonna fémuránhoz jutottak, jelentősen javítva ezzel az összesített fémkihozatali értékeket és a gazdasági eredményeket.

## 2.2. ISR uránbányászati technológia

<http://seekingalpha.com/article/21369-uranium-mining-in-texas-energy-metals-corp>

**13.5. ábra - Urán bányászat „helyben kinyerés” módszerével – ISR (In-Situ Recovery)**

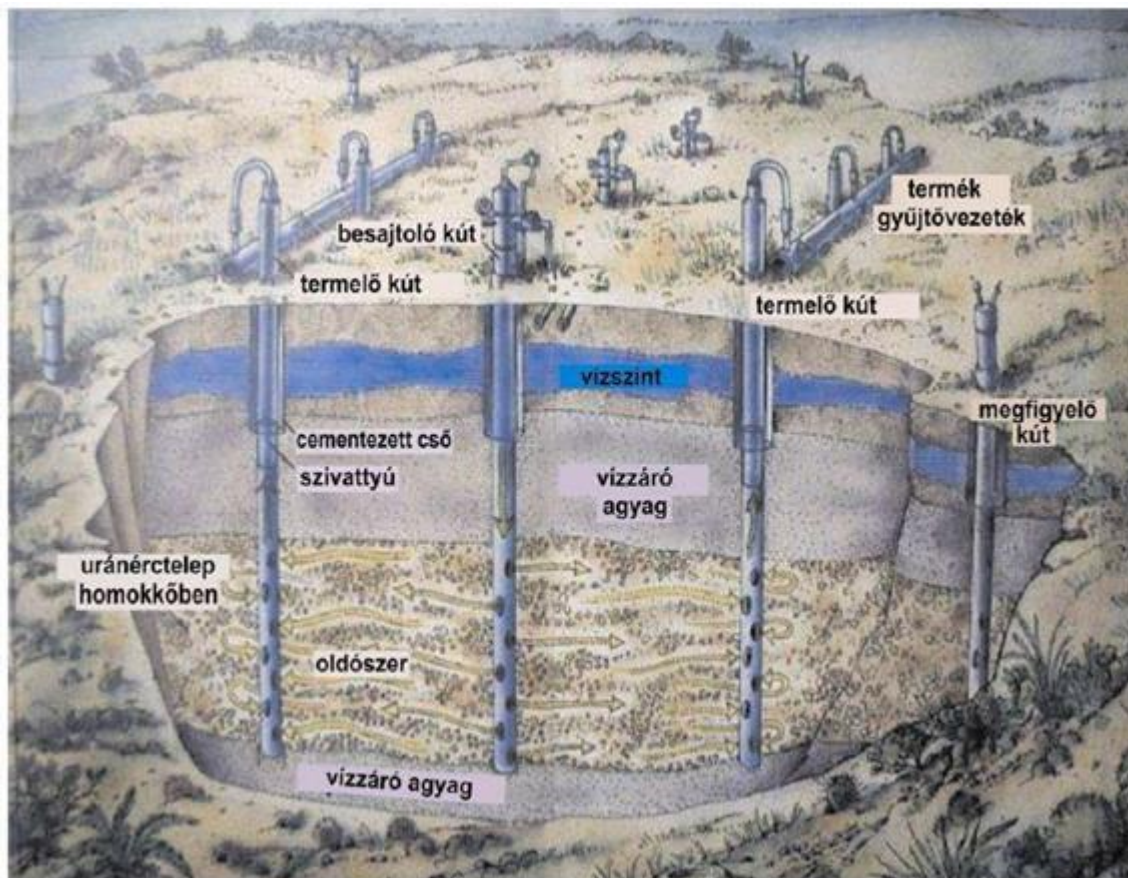


Created by XMLmind XSL-FO Converter.



Így az eljárás ugyanazon az elven működik, mint az urán természetes oldódása. Mivel az oxigénes víz az uránon kívül más elemeket alig, vagy egyáltalán nem képes oldani, ezért a képződő hulladék mennyisége igen csekély. Ezután az oldatot más lyukakon keresztül a felszínre szivattyúzzák, ahol ioncserélő gyantán kivonják belőle az uránt. Ezt követően a regenerált oldószert újra felhasználják. Ez egy zárt körfolyamat, ahol a kutak megfelelő kialakításával és elrendezésével megakadályozható, hogy az oldat kijusson az érc testen kívülre.

### 13.6. ábra - Urán bányászat „helyben kinyerés” módszerével



[http://www.reak.bme.hu/fileadmin/user\\_upload/felhasznalok/zagyvai/rad\\_hull\\_gazd-1.pdf](http://www.reak.bme.hu/fileadmin/user_upload/felhasznalok/zagyvai/rad_hull_gazd-1.pdf)

A termelés befejeztével az érintett kőzetrészt tiszta vízzel átöblítik, majd a lyukakat cementezéssel lezárják. Jelenleg a Mecsek-Öko Zrt. ugyanezt a technológiát alkalmazza környezetvédelmi célból. A korábbi bányáuregekbe leszivárgó, oxigénben gazdag csapadékvíz kioldja az uránt, majd a bányavizet egy aknából a felszínre szivattyúzzák és kivonják belőle az uránt. Ami itt egy lassú, természetes folyamat, az a **földalatti perkolációs technológiánál** felgyorsítva játszódik le. Nem zárható ki azonban, hogy a mecseki lelőhelyen ez az eljárás különféle geológiai műszaki okok miatt nem lesz alkalmazható, ekkor megfontolás tárgyát fogja képezni a mélyműveléses bányászat is.

## 3. Izotópdúsítás, atomerőműi fűtőelem előállítása

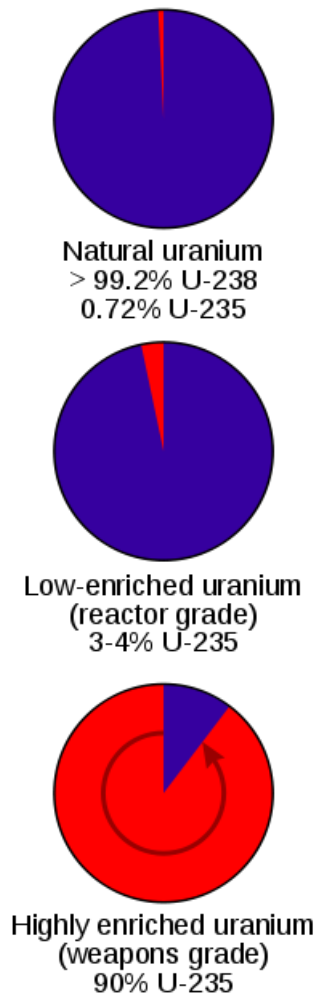
Izotópdúsítási módszerek és alapfogalmak [http://ob121.com/publ\\_stuxnet.html](http://ob121.com/publ_stuxnet.html)

Tekintettel arra, hogy az izotópdúsításnál kémiai azonosan viselkedő izotópokat kell szétválasztani egymástól, urándúsításra elsősorban a tömegkülönbséget felhasználó fizikai módszerek jöhetnek szóba. Legelterjedtebb a **gázdiffúziós eljárás** (USA, Franciaország-Eurodif, Szovjetunió), terjedőben van a **gáz-ultracentrifugációs módszer** (Szovjetunió, Urenco), szóba jöhet a **gázfűvőkás eljárás**. Működik már a kémiai módszeren alapuló kísérleti berendezés is (Franciaország, Japán). Nagy reményű kutatás-fejlesztés tárgya a **lézeres izotópdúsítás**. Kidolgozták már a kiégett üzemanyagból visszanyert urán izotópdúsítási eljárását is.

### 3.1. Gázdiffúziós eljárás (Gaseous diffusion)

Az urán izotópokat gáz (uránhexafluorid) halmazállapotban juttatják egy tartályba, ahol nyomás alatt préselik át szemi-permeábilis (féláteresztő) membránon. Ennek a lyukméretei olyan kicsik, hogy elfogható ódon visszatartja az  $^{238}\text{U}$ -ös izotóp atomok jó részét, ezért az átjutó gáz az  $^{235}\text{U}$ -ös izotópban feldúsul. Az 1950-es 1960-as években ezt a módszert alkalmazták a nagyhatalmak. Ezzel elérhető volt 33 %-os dúsítás, csak nagyon lassan, hatalmas mennyiségű berendezéssel lehetett elérni a szükséges mennyiség (ez akkor döntően atombombát jelentett) előállítását.

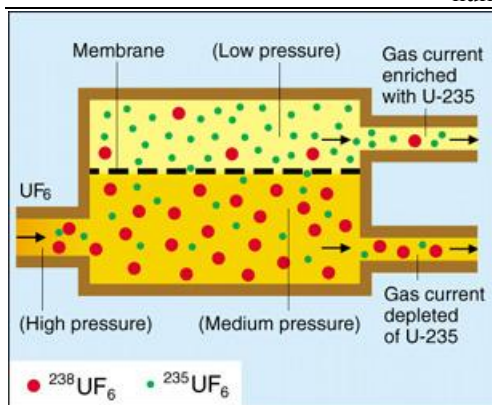
### 13.7. ábra - Urán dúsítás különböző célokból



A 7. ábra grafikonjai a természetes urán, az alacsonyan dúsított urán (3-4-%) és az atombomba (90 %) U-235 tartalmát illusztrálják. [http://en.wikipedia.org/wiki/Enriched\\_uranium](http://en.wikipedia.org/wiki/Enriched_uranium)

### 13.8. ábra - Gázdifúziós izotópszeparáció





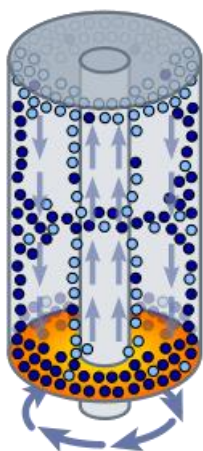
<http://www.sciencephoto.com/media/342564/view>

A termelt dúsított urán egységnyi tömegére vonatkoztatott **szeparációs munka**. Az ún. szeparációs munkaegység (Separative Work Unit - SWU) az urándúsítás egyik legfontosabb mennyisége. A dúsító üzem kapacitása egyértelműen jellemezhető **az egységnyi idő** - pl. 1 év - **alatt végezhető szeparációs munka** nagyságával. Két ellentétes irányú változásából meghatározható a dúsított urán minimális egységára.

### 3.2. Gáz-ultracentrifugálásos módszer (Gas centrifuge)

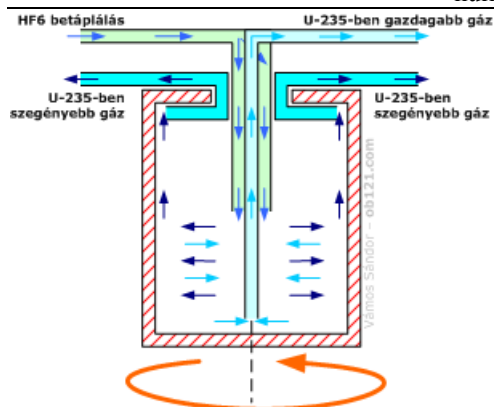
Gáz-ultracentrifugálásos módszer sokkal kevesebb energiát igényel, mint a diffúziós módszer azonos szeparációs eredmény eléréséhez. A szeparációs faktor egységenként 1,3 míg a gáz diffúziós módszer esetében ez a tényező csak 1,005. A fajlagos energia szükséglet egy ötvenede csak. Gáz centrifugával állítják elő napjainkban a dúsított urán 54 %-át.

#### 13.9. ábra - Zippe - típusú gáz centrifuga.



sötétkék: U 238; világoskék: U 235-ös izotóp; [http://en.wikipedia.org/wiki/Enriched\\_uranium](http://en.wikipedia.org/wiki/Enriched_uranium)

#### 13.10. ábra - Gáz centrifuga az U-235-ös izotóp a forgástengelyhez közelebb gyűlik meg



Gázcentrifugázás szétválasztása a következőn alapszik: két uránizotóp (238, 235) tömege alig (mindössze három neutrontömegnyivel) különbözik egymástól. Szobahőmérsékleten a szilárd uránoxidot melegítve és hidrogén-fluoriddal, majd fluorral két lépésben reagáltatva, gáz halmazállapotú vegyületté (urán-hexafluoriddá,  $\text{UF}_6$ ) alakítják át. Az izotópokból álló keverékből a nehezebb izotóp a centrifuga palástja mentén, a valamelyest könnyebb pedig a tengelyhez közelebb halmozódik fel. Így a palástról elvezetett keverék 238-as izotópban dúsabb, míg a tengely közeléből kiáramló gáz 235-ösben gazdagabb.

### 13.11. ábra - Kaszkád gáz centrifuga rendszer egy U.S. erőműben



[http://en.wikipedia.org/wiki/Enriched\\_uranium](http://en.wikipedia.org/wiki/Enriched_uranium)

A dúsítást – az elérendő koncentrációtól függően – több, sorba kötött centrifugával végzik. Egy-egy urándúsító üzem akár több ezer centrifugából állhat. A berendezések kerületi sebessége a 600 m/s-os sebességet is elérheti.

## 3.3. Lézeres izotópdúsítás (Separation of Isotopes by Laser Excitation - SILEX)

A lézeres izotópdúsítás szintén  $\text{UF}_6$ -ot használ. A GE Hitachi Nuclear Energy (GEH) egy szélesebb körben alkalmazható **Silex Systems** rendszert 2006-ra készített el. A **Global Laser Enrichment**, 2011 augusztusában, készített egy hasonló rendszert az U.S. **Nuclear Regulatory Commission (NRC)** számára

Molekuláris lézeres izotóp szeparáció (Molecular laser isotope separation - MLIS)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Molecular\\_laser\\_isotope\\_separation](http://en.wikipedia.org/wiki/Molecular_laser_isotope_separation)

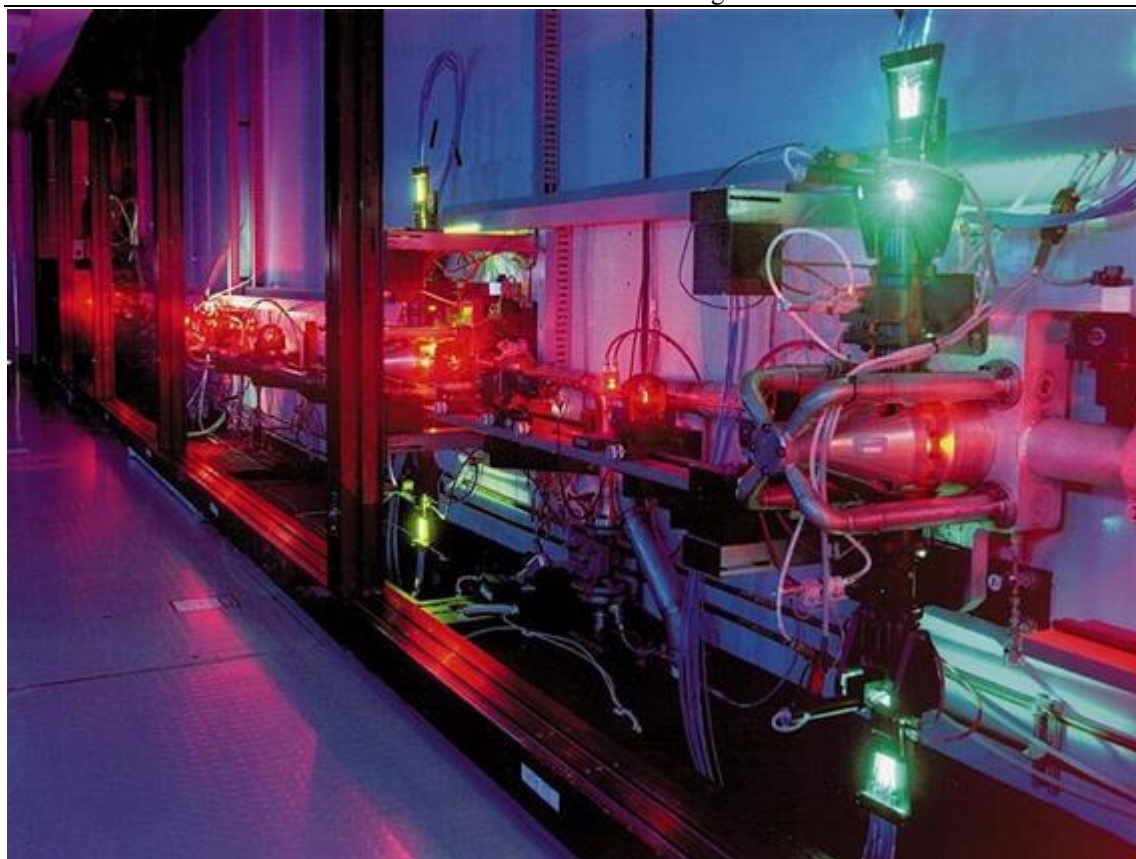
Ez a módszer hangolható festéklézert alkalmaz az izotóp **uránium hexafluorid molekulák hiperfinom átmeneteik** szelektív gerjesztésére. Egy másik módszernél a gerjesztésre széndioxid lézert alkalmaznak (10.6  $\mu\text{m}$ -tól 16  $\mu\text{m}$ -ig), a fotolízisre pedig **XeCl excimer lézert** (308 nm).

Atom gőzlézeres izotóp szeparáció (Atomic vapor laser isotope separation –AVLIS)

<http://en.wikipedia.org/wiki/AVLIS>

**AVLIS** során rézgőz lézer (zöld, 514 nm) pumpálja a nagyon kicsi sávszélességű, hangolható festéklézert (narancssárga színben emittál) Az AVLIS módszer nagy energia hatékonyságú a gáz centrifugához képest, magas a szeparációs faktora, és nagyon kicsi a radioaktív szennyezés.

### 13.12. ábra - Atom gőzlézeres izotóp szeparációs rendszer



Urán szeparációs rendszer a Lawrence Livermore National Laboratory-ban. Zöld fény a gerjesztő rézgőzlézer fénye. Narancssárga a szeparációt végző festéklézer fénye

<http://en.wikipedia.org/wiki/AVLIS>

A **dúsítási egységköltség**, (**C<sub>s</sub>** - **costs of separation**) jelentős mértékben függ a dúsító mű kapacitásától. Minél nagyobb a kapacitás, annál kisebb a dúsítási egységköltség. Emiatt létezik a dúsító mű kapacitásának alsó gazdasági határa. Ezen alsó határ olyan magas, hogy csak igen nagy atomerőmű-rendszer kiszolgálása esetében gazdaságos.

### 3.4. Fűtőelemgyártás

Az üzemanyagban lejátszódó maghasadások és a hasadás nélküli neutronelnyelések eredményeként hatalmas mennyiségű radioaktív izotóp keletkezik. Gondoskodni kell arról, hogy e radioaktív anyagok ne juthassanak ki a hűtőközegbe és ne szennyezhessek el a környezetet. Az üzemanyagban keletkező hatalmas energiamennyiséget úgy kell elvezetni, hogy az üzemanyag a hőtechnikai, mechanikai és egyéb igénybevételeket meghibásodás nélkül elviselje. Emiatt az üzemanyagot magába foglaló fűtőelemekkel és azok gyártástechnológiájával szemben igen magas követelményeket kell támasztani.

Urán- és MOX-alapú fűtőelemgyártás

Az üzemelő energetikai reaktorok majdnem kivétel nélkül **oxidüzemanyagot** használnak. Különösen a jövőben előtérbe kerülhet a **fém- és karbid-üzemanyagok** használata is. A jövő atomenergetikájában egyre nagyobb szerepet kap majd a kevert (U+Pu)oxid - **Mixed Oxide Fuel**, **MOX - üzemanyagú fűtőelemek** alkalmazása.

Az elmúlt mintegy 35 év alatt nagy fejlődésen ment keresztül a fűtőelem gyártástechnológiája és jelentősen javultak a fűtőelem paraméterek. Az erőfeszítések mindenekelőtt a hőtechnikai, technológiai és neutronfizikai tulajdonságok javítására irányultak. Az első generációs PWR-ek fűtőelem burkolata még rozsdamentes acélból, ma már cirkónium-ötvözetből készül. Kidolgozták a kiégő mérgeket (pl. gadolínium, Gd) tartalmazó fűtőelemeket, melyek hozzájárultak a reaktorok belső (inherens) biztonságának növeléséhez. A gadolínium 157-es izotópja nagyon jó neutronelnyelő, ún. reaktorméreg, mert anélkül csökkenti a sokszorozási tényezőt, hogy

hozzájárulna a láncreakcióhoz. Mivel a  $^{157}\text{Gd}$  atommagok neutronfelvétel után olyan izotóppá alakulnak, amelyek már nem jó neutronelnyelők, ezért a gadolíniumot *kiégő mérgeknek* nevezzük.

A mai PWR-ekben az átlagos kiégetési szint 30-35 MWnap/kg. Kidolgozás alatt állnak azok a fűtőelemek, amelyek átlagosan 50-55 MWnap/kg-ot fognak lehetővé tenni, ami javítja az üzemanyag hasznosítási hatásfokát. A kevert (U+Pu)oxid alapú fűtőelemek reaktorkörülmények közötti kipróbálása majdnem három évtizede elkezdődött. Jelenleg MOX üzemanyagú fűtőelemet Európa több országában (Belgium, Németország, Franciaország) állítanak elő.

A Paksi Atomerőmű fűtőelem igényét Oroszország elégíti ki. Ezek sok tekintetben hasonlítanak a nyugati PWR-ek fűtőelemeihez, de a különbségek sem elhanyagolhatók. Az orosz szállítású VVER-ek üzemanyagdúsítása magasabb (3,6-4,4 %), mint a nyugati PWR-eké (3,0-3,15 %). Minthogy a behelyezett üzemanyagra vonatkoztatott kiégetési szintek közel állnak egymáshoz, a magasabb dúsítás a rosszabb üzemanyag gazdálkodásra utal. Ezt jelzi az is, hogy a kiégett üzemanyag maradó  $^{235}\text{U}$ -koncentrációja (1,2-1,3 %) nagyobb, mint a nyugati PWR-eknél (~0,9%).

A Paksi Atomerőműben alkalmazott VVER-440 reaktortípusnál még nem használnak kiégő mérgeket, a VVER-1000-eknél azonban már igen. A fűtőelemkötegek is eltérnek egymástól. A VVER-eknél háromszög-rácsot, a nyugati PWR-eknél négyzet-rácsot alkalmaznak. Úgy tűnik azonban, hogy e tekintetben a nyugati országok az un. továbbfejlesztett PWR-eknél követni fogják a szovjet/ orosz gyakorlatot, a sűrűbb rácsosztás érdekében ők is háromszög-rácsot fognak alkalmazni.

#### Fűtőelemgyártási kapacitások

Jelenleg 16 országban gyártanak nukleáris fűtőelemet. A World Nuclear Industry Handbook szerint a világ teljes üzemelő fűtőelem gyártási kapacitása 1990-ben 15846 t/év volt, ami valamivel kisebb az 1989. évinél. Kanada rendelkezik a legnagyobb kapacitással (3250 t/év, azaz a teljes kapacitás 20,5 %-a). Erre Kanadának szüksége is van, minthogy az általa gyártott nehézvízes reaktorok fajlagos fűtőelem töltete sokkal nagyobb, mint az LWR-eké. Jelentős kapacitással rendelkezik még az **USA, az Egyesült Királyság, Franciaország, Japán, Németország és Oroszország**. A Nyugat-Európai fűtőelem-piacot Franciaország (Fragema cég) diktálja a maga 50 %-os részesedésével. A MOX alapú fűtőelemek gyártási kapacitása jelenleg 85 t/év, építés alatt van 240 t/év kapacitás. Ezáltal az LWR MOX fűtőelemek várható gyártási kapacitása 1995-ben 320, 2000-ben 375 t/év volt.

## 4. Atomerőműi technológiák

2008. év végén

- 439 atomerőművi blokk üzemelt, összesen 372 GW(e) beépített nettó kapacitással
- 5 atomerőművi blokk volt hosszú távon leállítva
- 39 atomerőművi blokkot építenek

#### Reaktor generációk

I. 1970 előtt természetes uránnal működő reaktorok

II. A 70-es évtől kifejezetten könnyűvízes reaktorok. Zömük 2015-2030 között tölti ki tervezett élettartamát

III. A jelenlegi reaktortípusok optimalizálása biztonsági és gazdaságossági szempontok szerint. Jelenleg készek a kereskedelmi forgalomra.

Továbbfejlesztés irányai:

- Gazdasági versenyképesség elérése – elsősorban létesítési költségek csökkentése. Egyszerűsítés, sztenderdizálás, moduláris blokkok, nagy méret, rövidebb építési idő
- Nagyobb biztonság. Balesetek valószínűségét és következményeit is csökkenteni kell. Aktív és passzív biztonsági rendszerek fejlesztése

IV. Jelenleg fejlesztés alatt 6 fő típus vizsgálata nemzetközi projektekben. Céljuk fenntartható energiaforrás biztosítása (villamos és hőtermelés, tengervíz sótalánítása) illetve hidrogéntermelés



Tovább lépés:

- blokkok üzemidő-hosszabbítása,
- harmadik generációs atomerőművek,
- negyedik generációs atomerőművek.

## 4.1. Második generációs atomerőművek, üzemidő hosszabbítás

A jelenleg üzemelő blokkok nagy része ebbe a kategóriába tartozik.

Kereskedelmi forgalomban kapható, nagy darabszámú szériák jellemzik.

Főleg könnyűvízes blokk típusok (a jelenleg üzemelők 88 %-a) ill. nehézvízes reaktorok alkotják az erőművek hőtermelő egységeit.

1. Táblázat. A második generációs atomerőművek jellemző típusai és összteljesítmény adatai

| Típus  | db  | GW    |
|--------|-----|-------|
| BWR    | 94  | 85,0  |
| FBR    | 2   | 0,69  |
| GCR    | 18  | 9,03  |
| LWGR   | 16  | 11,4  |
| PHWR   | 44  | 22,4  |
| PWR    | 265 | 243,2 |
| Összes | 439 | 371,8 |

Blokkok üzemidő-hosszabbítása

[http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/att\\_files/eloadasok/\\$File/bmenti.pdf?OpenElement](http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/att_files/eloadasok/$File/bmenti.pdf?OpenElement)

A legtöbb, atomenergiát alkalmazó országban a **blokkok üzemidő-hosszabbítását** tervezik. A Paksi Atomerőműnél is üzemidő-hosszabbítás fog bekövetkezni. Indokai:

- Kiugró nagyberuházás nem kell az üzemidő-hosszabbításhoz. A paksi főberendezések (reaktortartály, gőzfejlesztők) is alkalmasak a 30+20 éves üzemre.
- Gondosan vezetett, összesen 50 éves üzemidőt szem előtt tartó karbantartási programot kell vinni Pakson.
- Új gépészeti vagy erősáramú technológiára és új vízkémiára nincs szükség.
- Az üzemidő-hosszabbításhoz jelentős szakember-utánpótlásra lesz szükség
- A nukleáris képzésben részesülő mérnököknek, fizikusoknak bőven lesz munkájuk!

## 4.2. Harmadik generációs atomerőművek

A harmadik generációs atomerőművek a második generációs atomerőművek szisztematikus továbbfejlesztésének eredményeként születtek meg. Ezért **evolúciós atomerőműveknek** is nevezik őket. Az első kettő Japánban került üzembe a 90-es évek második felében, a többinek nagy része építési fázisban vagy

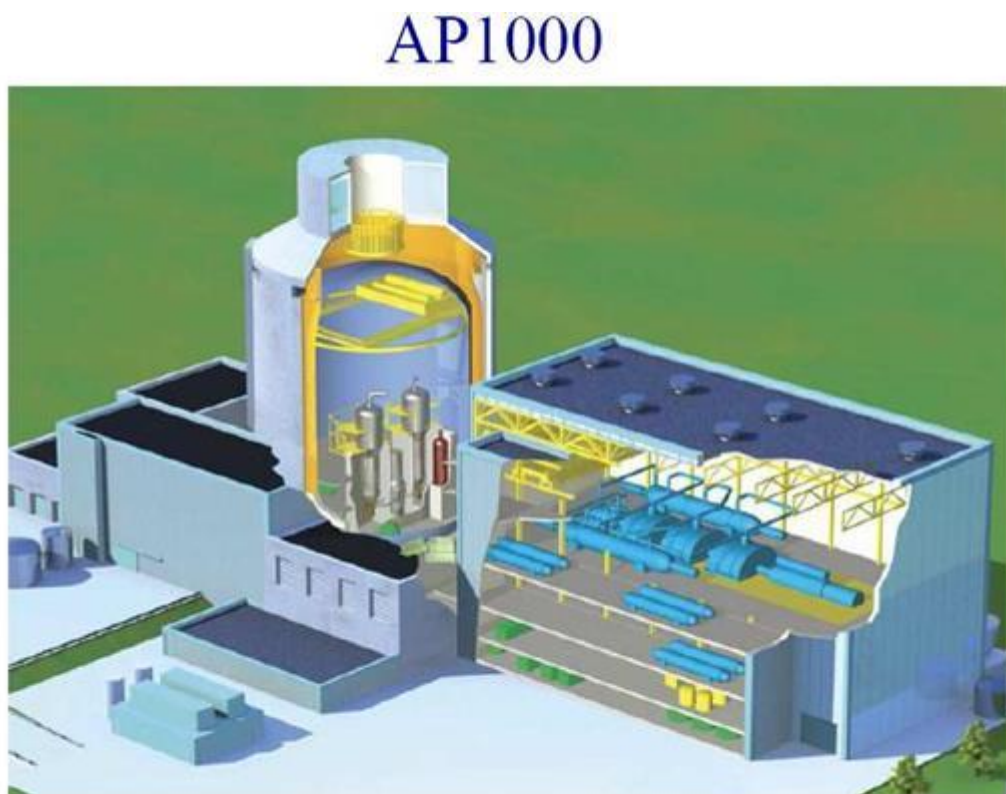
rendelésre kész állapotban van. A fejlesztési munka ma is tart. Valószínű, hogy a következő egy-két évtizedben szinte kizárólag ilyen atomerőművek épülnek a világon.

A harmadik generációs reaktorok legfontosabb sajátosságai

Szabványosított terv valamennyi típusra, amely gyors engedélyezési eljárást, alacsony fajlagos beruházási költséget (konkrét feltételektől függően általában **1000-1800 USD/kWe**) és rövid (4 év) építési időt eredményez.

- Egyszerűbb és robusztusabb kialakítás, mint az eddig épített atomreaktoroké, ami kevésbé sebezhetővé teszi az üzemi rendellenességekkel szemben.
- A belső (inherens) biztonság és a passzív védelmi tulajdonságok minél teljesebbé tétele.
- Magasabb rendelkezésre állás és hosszabb — tipikusan 60 év — üzemi élettartam.
- A zónaolvadásos balesetek kisebb ( $\sim 10^{-6}$  /reaktorév) valószínűsége.
- Magasabb kiegészítési szint, ami hatékonyabb üzemanyag felhasználást eredményez és kevesebb kiegészített üzemanyag keletkezésére vezet.
- Az eddigieknél is olcsóbb és biztonságosabb villamosenergia-termelés lehetősége.

### 13.13. ábra - Az AP-1000 típusú, harmadik generációs atomerőmű látványképe. Franciaország



ETE, Budapest, 2009. február 12.

Dy. ASZÓDI Anna, BME NTI

[http://nukleraj.blog.hu/2009/03/18/csak\\_4\\_befuto#more1009266](http://nukleraj.blog.hu/2009/03/18/csak_4_befuto#more1009266)

#### A harmadik generációs reaktorok jellemző adatai

Nyomottvízes reaktor

Termikus teljesítmény: 4200/4500 MW

Elektromos teljesítmény: 1600 MW

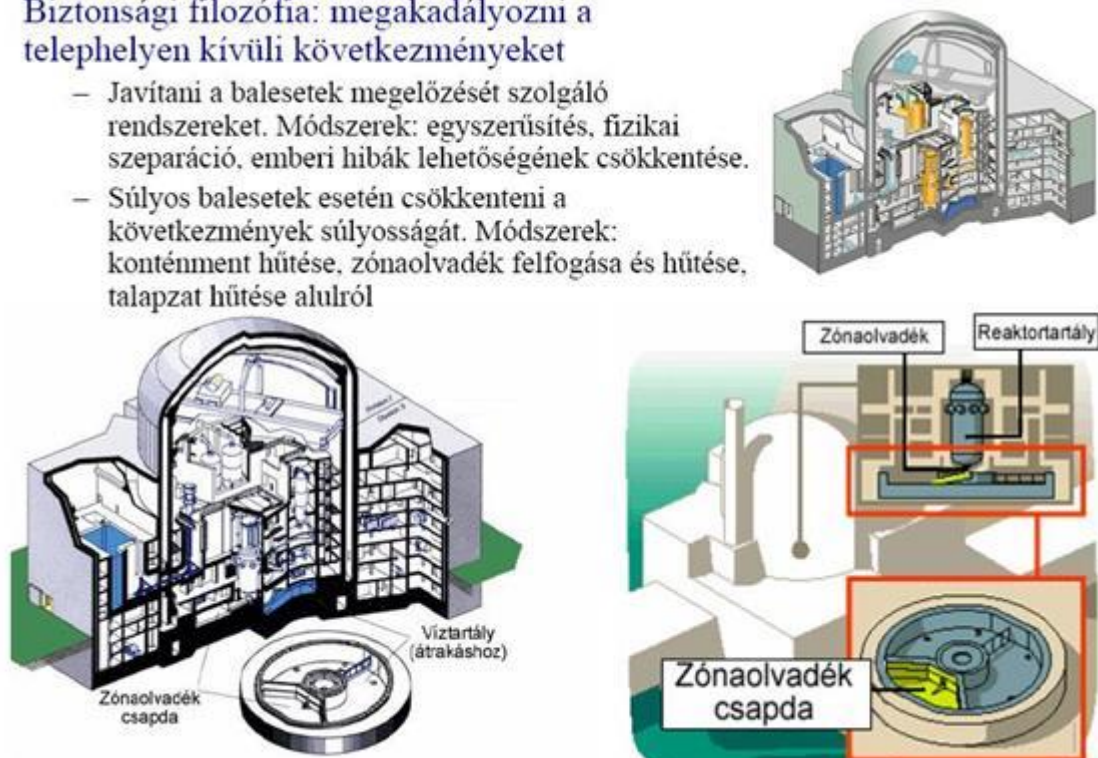
Hatásfok: 36-37 %

Duplafalú hermetikus épület, nagy utasszállító repülőgép rázuhanására méretezve.

### 13.14. ábra - A harmadik generációs reaktorok biztonsági filozófiája

**Biztonsági filozófia: megakadályozni a telephelyen kívüli következményeket**

- Javítani a balesetek megelőzését szolgáló rendszereket. Módszerek: egyszerűsítés, fizikai szeparáció, emberi hibák lehetőségének csökkentése.
- Súlyos balesetek esetén csökkenteni a következmények súlyosságát. Módszerek: konténment hűtése, zónaolvadék felfogása és hűtése, talapzat hűtése alulról

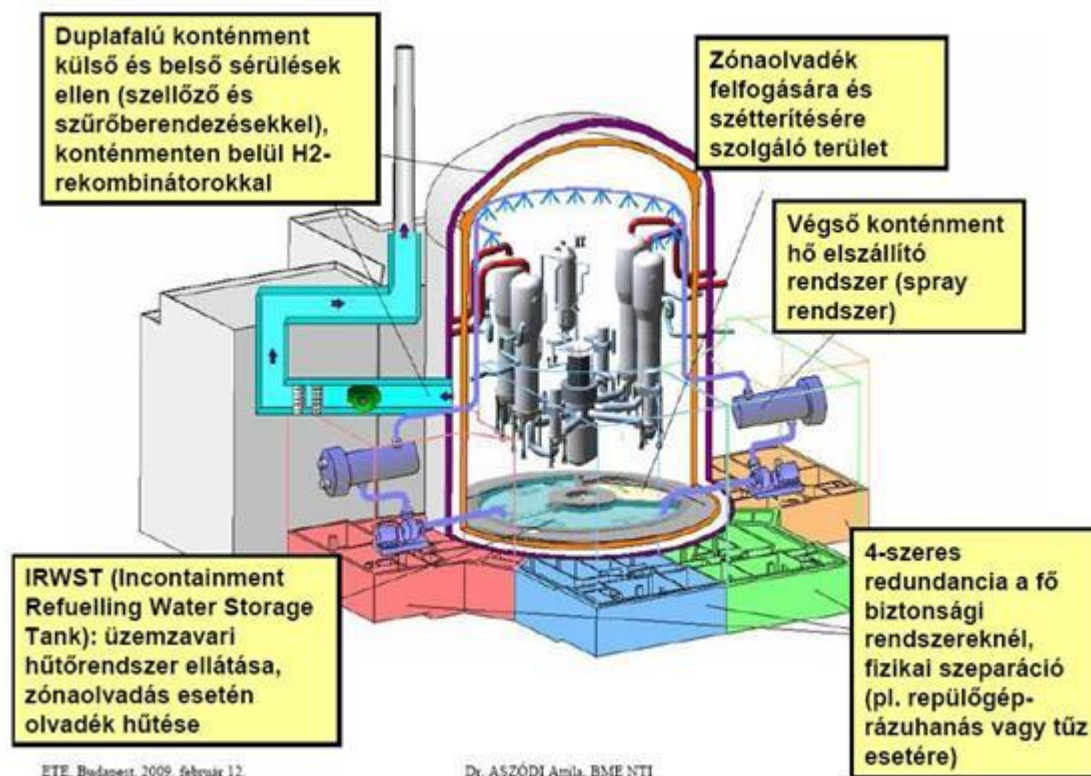


ETE, Budapest, 2009. február 12.

Dr. ASZÓDI Anikó, BME NTI

19

### 13.15. ábra - Baleseteket megelőző szolgáltatások rendszere



### 4.3. Negyedik generációs atomerőművek

A kiválasztott hat reaktorfejlesztési irány

[http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/att\\_files/eloadasok/\\$File/bmenti.pdf?OpenElement](http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/att_files/eloadasok/$File/bmenti.pdf?OpenElement)

- **Nátriumhűtéses gyorsreaktor** (SFR – Sodium-Cooled Fast Reactor System): gyorsneutron-spektrumú, nátriumhűtéses reaktor zárt üzemanyagciklussal, az aktinidák hatékony kezelésére és a fertilis (tenyész, szaporító) uránium hasadóanyaggá alakítására.
- **Nagyon magas hőmérsékletű gázhűtéses termikus reaktor** (VHTR – Very-High-Temperature Reactor System): grafit moderátoros, héliumhűtéses reaktor nyitott üzemanyagciklussal.
- **Szuperkritikus nyomású vízzel hűtött reaktor** (SCWR – Supercritical-Water-Cooled Reactor System): magas nyomású (P), és magas hőmérsékletű (T), vízhűtéses reaktor, amely a víz termodinamikai kritikus pontja felett üzemel ( $T > T_k$ ,  $P > P_k$ ).
- **Ólom/bizmut hűtéses gyorsreaktor** (LFR – Lead-Cooled Fast Reactor System): gyorsneutron-spektrumú, ólom vagy ólom/bizmut eutektikus folyékonyfém-hűtéses reaktor zárt üzemanyagciklussal, a fertilis uránium hasadóanyaggá történő hatékony átalakítására és az aktinidák kezelésére.
- **Gázhűtéses gyorsreaktor** (GFR – Gas-Cooled Fast Reactor System): héliumhűtéses gyorsreaktor zárt üzemanyagciklussal.
- **Sóolvadékos reaktor** (MSR – Molten Salt Reactor System): fissziós energiát termel cirkuláló olvadt só+üzemanyag keverékben egy epitermikus neutronspektrumú reaktor és teljes aktinida-recirkulációs üzemanyagciklus segítségével.

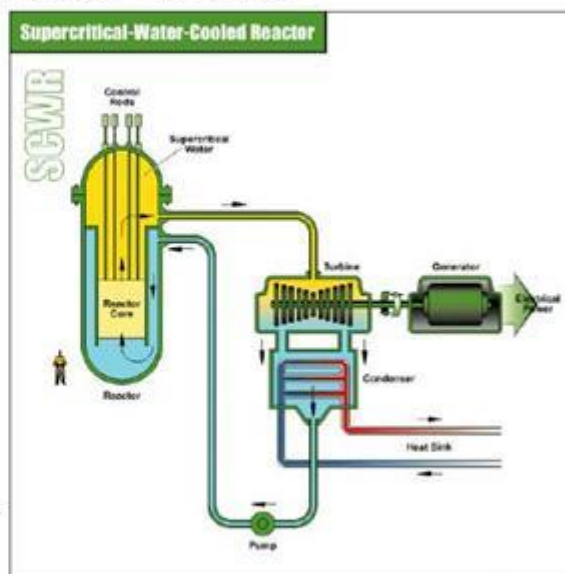
### 13.16. ábra - Szuperkritikus vízhűtésű reaktorok jellemző adatai és bloksémája



# 1. Szuperkritikus vízhűtésű reaktorok

- Supercritical-Water-Cooled Reactor -- SCWR

- Hűtőközeg: könnyűvíz.
- Üzemanyag: Hasonló a PWR üzemanyaghoz.
- Hőmérséklet és nyomás a kritikus pont felett:  
>374 °C, >22 MPa, nincsen forráskρίζis; gőzleválasztók, gőzsűrítők, gőzfejlesztők feleslegesek.
- Termikus és gyors reaktor is.
- Jó hatásfok: 44%



ETE, Budapest, 2009. február 12.

Dr. ASZÓDI Ámli, BME NTI

50

## 5. Kiégett fűtőanyagok kezelése. Radioaktív hulladékok és tárolásuk.

### 5.1. Atomerőműi hulladékok

Urán és transzurán aktivációs/spallációs termékek

Termikus neutronok: aktivációs modell „átmeneti mag”-on keresztül

Gyors neutronok: szórás, spalláció

Hasadási termékek

Nemesgázok (Xe, Kr)

Radiojódok

Egyéb illékony elemek (Cs, Sr)

Egyéb hasadási termékek

Szerkezeti anyagok aktivált korróziós termékei

Vízkémiai aktivációs termékek

Radioaktív hulladékok definíciói, szabályozás

Halmazállapot szerint: gáznemű, folyékony, szilárd, biológiai hulladék

Felezési idő szerint: rövid, hosszú (limit:  $^{137}\text{Cs}$   $t_{1/2}=30$  év)

Sugárzásfajta szerint:  $\alpha$ -sugárzók külön kezelendők

Felületi  $\gamma$ -dózisteljesítmény szerint

**Gáz halmazállapotú izotópok:** A gáztalanítóból a környezetbe kerülnek (retenció aktív szénen)

-  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{135}\text{Xe}$ ,  $^{88}\text{Kr}$ : rövid felezési idejűek

-  $^{85}\text{Kr}$   $t_{1/2}=10,76$  év – csak 0,22 % hozam

- Paksi Atomerőmű kibocsátási korlátja: Kr 46000, Xe 29000 TBq/év (kibocsátva: <10 TBq)

Cézium- és stroncium-izotópok

$^{137}\text{Cs}$   $t_{1/2}=30$  év, hozam ~6 %,  $\beta$ - és  $\gamma$ -sugárzó –*kulcsnuklid* DCF (lenyelés) ~10-8 Sv/Bq

$^{135}\text{Cs}$   $t_{1/2}=2,3 \times 10^6$  év tiszta  $\beta$ -sugárzó hozam ~7 %

$^{134}\text{Cs}$   $t_{1/2}= 2.06$  év – nem közvetlen hasadási termék!

A 134-es sorozat lezáró nuklidja a  $^{134}\text{Xe}$ . A 133-as sorozat lezáró nuklidja a  $^{133}\text{Cs}$  – ez felhalmozódik és felaktiválódik. A  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  arány „reaktor-ujjlenyomat” – Paksi vízkibocsátásban: 31:100

Paksi AE légnemő korlát: 1 TBq/év ki: 8 MBq/év

Kiégett fűtőelemek (SF) feldolgozásának lépései:

- SF darabolása, kémiai szétválasztás hasadó képes anyagokra (U, Pu), nem hasadó transzuránokra (Np, Am, Cm stb.) és hasadási termékekre;

- Új fűtőelem (pl. MOX: mixed oxide) előállítása

- A keletkező nagyaktivitású radioaktív hulladék (high level radioactive waste, HLW) kondicionálása

- Átmeneti elhelyezés, visszaszállítás, végleges elhelyezés...

Országosan folyamatosan kezelünk kell az *atomerőműi kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékokat*, továbbá el kell helyezni **a kiégett üzemanyagokat és a nagy aktivitású radioaktív hulladékokat**  
[http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/html\\_files/hulladekkezeles](http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/html_files/hulladekkezeles)

## 5.2. A Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló

A **püspökszilágyi Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló** 1976-ban kezdte meg működését; feladata az egészségügyből, kutatásból, oktatási és ipari alkalmazásokból származó radioaktív hulladék elhelyezése volt. 2004 végére a telephely eredeti tárolókapacitása megtelt.

A létesítményt 1998. július 1-jétől a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Társaság (RHK Kht.) üzemelteti. 2003. év során jogszabályi változások miatt a telephely hatósági felügyelete az ÁNTSZ Országos Tisztifőorvosi Hivataltól (OTH) átkerült az ÁNTSZ Budapest Fővárosi Intézetéhez. 2004. év végén a tároló üzemeltetési engedélye lejárt, ezért az új jogszabályi előírásoknak megfelelően összeállításra került az engedélyezési dokumentáció, amely alapján a hatóság az üzemeltetési engedélyt 2015. február 28-ig megadta.

Az I. ütem eredményei alapján készült a püspökszilágyi RHFT biztonságnövelő programjának II. üteme a 2006-2010. időszakra, melyben célként az alábbiak fogalmazódtak meg:

1. Biztosítani kell a biztonság fenntartásához és fejlesztéséhez szükséges műszaki-technológiai feltételeket;
2. Végre kell hajtani a biztonságnövelő intézkedéseket - melyeknek hatékonyságát biztonsági értékelésekkel kell meghatározni - és ezzel párhuzamosan szabad helyet kell biztosítani a további, intézményi (nem atomerőműi) eredetű hulladékok elhelyezésére.

## 5.3. Az atomerőműi kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok kezelése

#### Radioaktív hulladékok osztályozása

Aktivitás szerint: (Nem az aktivitás számszerű értéke a döntő, hanem a kezelhetőség)

- Nagy aktivitású hulladék
- Közepes aktivitású hulladék
- Kis aktivitású hulladék

Halmazállapot szerint:

- Szilárd – éghető és nem éghető – hulladék
- Folyékony radioaktív hulladék
- Gáznemű hulladék

Kis aktivitású hulladék

Enyhén szennyezett anyagok:

- Uránbányáknál keletkezett meddő
- Atomerőművekben keletkezett laboratóriumi hulladékok

Közepes aktivitású hulladék

Olyan anyagok, amelyek a radioaktivitásuk miatt külön kezelést igényelnek, bomlási hőjük azonban még nem olyan nagy, hogy nagy felmelegedést okozzon

- Atomerőművi hulladékok
- Primerköri elfolyások
- Ioncserélő anyagok
- Szűrők
- A reprocesszáló művekben keletkező hulladékok egy része

Nagy aktivitású hulladékok

Különleges kezelést igényelnek:

- Vastag árnyékoló falakat
- Műszakilag kialakított hűtőrendszert a bomlási hő elvezetésére. Ilyen hulladék gyakorlatilag csak reprocesszáló üzemekben keletkezik.

Hulladékok elhelyezésének szempontrendszere

- A hulladékokat a bioszférától el kell szigetelni, hogy csak elhanyagolható hatást gyakoroljanak a környezetre.
- A térfogatot minimálisra kell csökkenteni.
- Olyan szilárd fázisba kell ágyazni, hogy belőlük a radioaktív komponensek ne kerülhessenek ki.
- A hulladékokat végleges elhelyezésük előtt kezelni kell.
- A megszilárdított hulladéknak hőállónak és sugárállóknak kell lennie.
- Évszázadokig, sőt évezredekig stabilisnak, kilúgozással szemben ellenállóknak kell lennie.

- A megszárdított hulladék először átmeneti tárolóba, majd megfelelő időtartamú – több évtizedes – pihentetés után végleges tárolóba kerül.

A paksi atomerőműben keletkező **kis- és közepes aktivitású hulladék elhelyezésére** alkalmas helyszín számára előnyösnek mutatkozott a **Bátaapáti (Üveghuta) térségében** létesítendő felszín alatti tároló koncepciója. A részletes telephelyvizsgálat 1997-ben kezdődött. A helyszín kiválasztására és a helyszín alkalmasságának megállapítására irányuló geológiai kutatásokat 1997-ben és 1998-ban végezték az üveghutai helyszínen, ugyanitt megkezdték a helyszín előzetes környezeti hatástanulmányának elkészítéséhez szükséges mérnöki munkát.

### 13.17. ábra - Paks, átmeneti tároló



<http://paks.hu/hirek/hir.php?mid=14fa57276ee459>

### 13.18. ábra - Bátaapáti, tároló folyosó

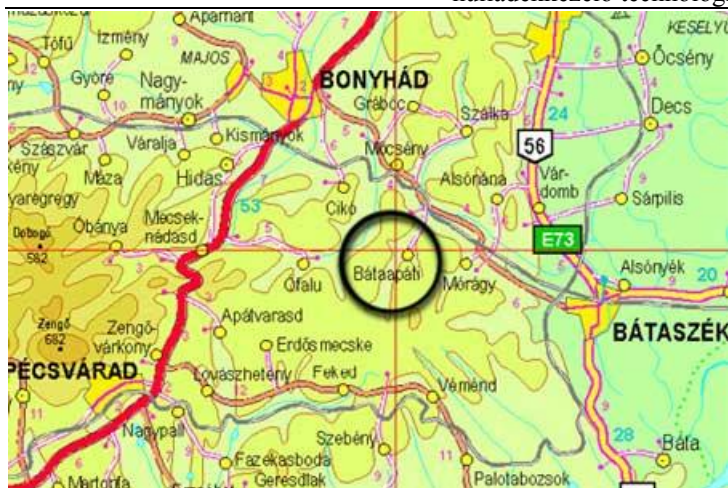


<http://kitartas.mozgalom.org/aktualis/ketszaz-meter-melyre-kerul-a-magyar-atomhulladek>

A földtani kutatások zárójelentése 2001-ben megállapította: “**A Bátaapáti (Üveghuta) telephely** a (vonatkozó) rendeletben megfogalmazott valamennyi követelményt teljesíti, így földtanilag alkalmas kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére.”. A zárójelentést az illetékes geológiai hatóság, az MGSZ DDTH is felülvizsgálta és azt 2003. december 4-i határozatában jóváhagyta. Bátaapáti és a környék lakossága kezdettől fogva támogatta a kutatási munkákat, majd 2005. július 10-én Bátaapáti lakosai helyi népszavazáson - 75%-os részvétel mellett - több mint 90%-ban mondtak igent a hulladéktároló megépítésére. Ehhez a környező települések önkormányzatai határozatban csatlakoztak.

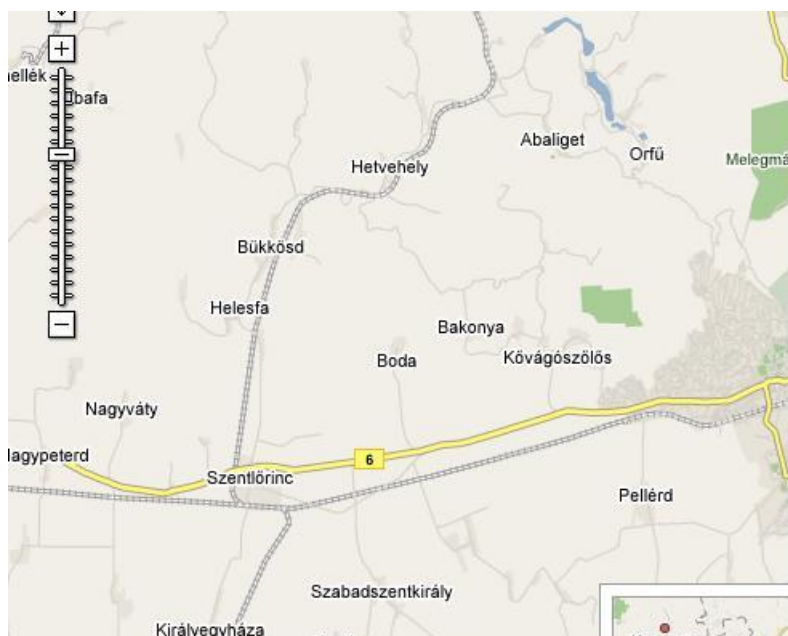
### 13.19. ábra - Bátaapáti és környéke





<http://index.hu/bulvar/apati0729/>

### 13.20. ábra - Boda és környéke



A kiégett üzemanyag és a nagy aktivitású radioaktív hulladékok tárolása a **Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolója (KKÁT)** moduláris rendszerű, szükség szerint bővíthető száraz tárolójában történik, amelyet a GEC Alstom angol cég tervezett. Az első tizenegy modul (egyenként 450 kazetta kapacitással) már üzemel, és 2004 végén már 3767 kiégett kazettát tárolt. A létesítmény 50 évre lehetővé teszi a Magyarországon keletkező kiégett kazetták tárolását.

Közepes és nagy aktivitású hulladékok

- Közepes aktivitású atomerőművi hulladékok szilárdítása:
  - Bitumenbe
  - Betonba ágyazás
- Nagy aktivitású hulladékok esetén:
  - Üvegesítési eljárás
  - Kerámiába ágyazás

- Egy 1000 MW-os nyomottvizes erőmű 1 évi üzemeltetése során kb. 3-5 m<sup>3</sup> üvegtömb foglalja magában a reprocesszáló műben keletkező hulladékot.

Végleges elhelyezési lehetőségek

1. Földfelszín alatt mélyen, geológiai képződményekben: Kőzetekben, sóbányákban.

Szemponatok:

- Vízáró és száraz legyen
- Stabil legyen, tulajdonságait hosszú ideig megtartsa
- Hőkapacitása, hővezető képessége nagy legyen
- Mechanikai tulajdonságai megfelelőek legyenek
- Sugárálló legyen
- Ne legyen korrózióaktív

2. Tengerfenéken, tengerfenék alatt.

3. Eljegesedett területeken.

4. Világűrben.

A kis mennyiségben keletkező **nagy aktivitású hulladékok végleges elhelyezése** a Baranya megyei **Boda térségébe tervezett mélygeológiai tárolóban** nagy valószínűséggel lehetséges lesz. A kiégett atomerőművi üzemanyagot sokan nagy aktivitású hulladéknak gondolják, pedig a hatályos törvényi definíció értelmében nem az. A kiégett kazettákban további jelentős energiatermelési potenciál van, amely a jövőben értékes energiaforrásunk lehet. Más részről olyan, hosszú felezési idejű izotópok találhatóak a kiégett atomerőműi üzemanyagban, amelyek – kikerülésük esetén – a környezetre nagy veszélyt jelenthetnek, így hasznos lenne, ha ezeket a hulladékokat át lehetne alakítani, és ezáltal „ártalmatlanítani” lehetne.

## 6. Kiégett fűtőanyagok felhasználása

### 6.1. A dúsítási maradék és a kiégett üzemanyag felhalmozódása

A WOCA országokban 1986-ig 831 201 tonna természetes uránt termeltek ki. 1987 és 2000 között további mintegy 650-670 ezer tonna kitermelésre került sor. **Ez együttesen kb. 1,50-1,55 millió tonnát tesz ki.** Akitermelt uránnak több mint 95%-ából, azaz kereken 1,40-1,45 millió tonnából dúsított uránt állítottak elő. Dúsítás során ennek nagy része - mintegy **80-85%-a - szegényített uránnaként, mint dúsítási maradék maradt vissza.** Ez azt jelenti, hogy 2000-ben a különböző - mindenekelőtt a dúsítást végző - WOCA országokban **1,2-1,3 millió tonna szegényített urán állt rendelkezésre.** Ezen kívül jelentős mennyiségű kiégett üzemanyag is felhalmozódott. Ennek mennyisége az OECD országokban 2000-ben mintegy 100 ezer tonna, 2005-ben pedig kb. 120-130 ezer tonna volt. A volt KGST országok megfelelő adatai 2000-ben: 240-260 ezer tonna **dúsítási maradék** és 40-45 ezer tonna **kiégett üzemanyag.**

Ezek hatalmas mennyiségek, melyeknek energiataralma óriási. Hasznosításuk szaporító reaktorokban - reális alternatívaként kezelendő. Ez a mennyiség több, mint 100 évig képes fedezni az egész világ igényeit még egy felfutó atomerőmű-rendszerben is, ha kialakula gyors- és termikus reaktorokat megfelelő arányban tartalmazó **un. szimbiotikus atomerőmű-rendszer.**

Fel kell figyelni arra, hogy a dúsítási maradék eme hatalmas mennyisége néhány országban (USA, Franciaország, Egyesült Királyság, NSZK, Japán, Oroszország és esetleg Kína) koncentrálódik, azaz ezek az országok rendelkeznek vele. Különösen a természetes urán-termelés feltételeinek romlása és drágulása esetében később előtérbe kerülhet eme olcsón hozzáférhető készletek kizárólagos felhasználása.

### 6.2. Kiégett üzemanyag reprocesszálása

Több országban foglalkoznak a **kiégett üzemanyag reprocesszálásárán visszanyert urán izotópdúsításának kifejlesztésével**. Ennek indokoltságát az adja, hogy ez az urán több  $^{235}\text{U}$ -t tartalmaz, mint a természetes urán, következésképpen dúsítása gazdaságos lehet. Így pl. a nyugati PWR-ekből származó kiégett urán  $^{235}\text{U}$ -koncentrációja kb. 0,9 %, a BWR-ekből származóé kb. 0,93 %, a VVER-440-ből kivetté 1,3 % körüli érték. A dúsításnál ebben az esetben figyelembe kell venni a kiinduló anyag radioaktivitását és  $^{236}\text{U}$ -tartalmát. A hagyományos urándúsítási eljárásoknál a  $^{235}\text{U}$ -nal együtt a  $^{236}\text{U}$  is erősen feldúsul. Mivel a  $^{236}\text{U}$  nem hasadóképes, de neutronabszorpciós hatáskeresztmetszete sokkal nagyobb, mint a természetes uránban lévő  $^{238}\text{U}$ -é, jelenlétét a  $^{235}\text{U}$ -ban történő nagyobb dúsítással kell kompenzálni. A vonatkozó vizsgálatok azt mutatják, hogy a termékben lévő minden 1 %-nyi  $^{236}\text{U}$ -tartalmat kb. 0,25 % többlet  $^{235}\text{U}$ -koncentrációval lehet kompenzálni.

Természetesen a dúsítási maradék és a kiégett üzemanyag hasznosítása csak akkor valósulhat meg, ha ipari méretekben rendszerbe állítják a **reprocesszáló műveket** és bevezetik azokat az atomreaktor-típusokat (**gyors szaporító reaktorokat**), amelyek - tenyésztanyagként - a **szegényített uránt** is fel tudják használni. A szükséges műszaki fejlesztési, építési feladatok hosszú átfutási idejűek, a kérdéskör globális.

Kiégett üzemanyag újrafeldolgozása

[http://bgk.uni-obuda.hu/jegyzetek/mat/Atomenergetika/Diasorok/A\\_nukleáris\\_üzemanyagciklus.pdf](http://bgk.uni-obuda.hu/jegyzetek/mat/Atomenergetika/Diasorok/A_nukleáris_üzemanyagciklus.pdf)

## REPROCESSZÁLÁS

- Az atomreaktoron kívüli folyamatok legfontosabb, legbonyolultabb és legdrágább eleme.

- A reprocesszáló művek feladatai:

- Visszanyerni a hasadóanyagot a kiégett fűtőelemekből.
- Visszavezetni a hasadóanyagot az erőművekbe.
- A radioaktív hasadási termékek elválasztása a hasadóanyagtól.
- A transzurán elemek elválasztása a hasadóanyagoktól.

Mitől függ a reprocesszálás technológiája

- Az üzemanyag kiegészi szintje:

- Nyomottvizes reaktor: 50-100 MW nap/kg
- Nehézvizes reaktor: 30-40 MW nap/kg
- Gyorsreaktor tenyésztőköpenye: 6-8 MW nap/kg

- A kiégett üzemanyag aktivitása, amely függ a reaktor típusától és a pihentetési időtől:

- Egy gyorsreaktorból kivett üzemanyag 1-2 év alatt bomlik le arra a szintre, amelyre a nyomottvizes reaktorból származó 3-6 hónap alatt

- A kiégett üzemanyag hőfejlődése:

- Egy fűtőelem hőteljesítménye 180 nappal a kivétel után kb 10-15 kW

- A kiégett üzemanyag összetétele:

- Egy nyomottvizes reaktor fűtőelem tartalma: 14-16 g/kg
- Egy gyorsreaktor esetében: 150-200 g/kg

- Az üzemanyag kémiai megjelenése:

- $\text{UO}_2$ ,  $\text{UO}_2 + \text{PuO}_2$ , UC

Az újrafeldolgozás lépései

- A kiégett fűtőelemek fogadása
- Vízrel telített medencében történő tárolás
- Felbontás, darabolás
- Feldolgozás, hasznos alkotók kinyerése, a radioaktív szennyezők leválasztása
- Vizes eljárás: szervetlen savakkal feloldják, majd az egyes komponenseket egymástól és a savas oldatból is elválasztják: tributil foszfátos eljárás.
- Alapeljárás: PUREX eljárás (ld. később)

A reprocessálás során keletkező hulladékok

1 tonna kiégett üzemanyag feldolgozásakor keletkező hulladékok:

- Nagy aktivitású hulladékok mennyisége:

0,1-1 m<sup>3</sup>/t térfogatú, aktivitáskoncentrációja 2.10<sup>7</sup>-2. 10<sup>8</sup> GBq/m<sup>3</sup>

- Közepes aktivitású hulladékok mennyisége:

10-30 m<sup>3</sup>/t térfogatú, aktivitáskoncentrációja

40-40000 GBq/ m<sup>3</sup>

Reprocessálási technológiák újragondolása.

Egyrészt:

- Az üzemekből kikerülő plutónium illetéktelen kezekbe kerülhet.

Másrészt:

- A jövőben egyre nagyobb lesz a gyorsreaktoros atomerőművek részaránya.
- A kapcsolódó zárt üzemanyagciklus miatt rövid lesz a pihentetési idő.
- Ezért a korábbiaknál 5-10-szer nagyobb aktivitáskoncentrációjú anyagot kell majd feldolgozni.
- Olyan eljárás kell, amelynek folyamatait nem befolyásolja az erős radioaktív sugárzás.

## 6.3. Transzmutáció

<http://www.harmonet.hu/kutyu-es-tudomany/56418-alkimia-es-atomenergia:-a-transzmutacio.html>

A **transzmutációs berendezés** (részecskegyorsító) a sugárzó hulladékot semlegesíti, nem sugárzóvá alakítja. A transzmutációs berendezés prototípusának építése Los Alamosban folyik. Így a nagyaktivitású (radiológiai és politikailag) veszélyes hulladék problémája megoldódhat. Igaz, hogy **reprocessáló-transzmutáló rendszer** megépítése nagyszabású és költséges műszaki vállalkozás, amibe egy ország önmaga nem foghat bele. Az atomenergia-termelés transzmutációs záróberendezését **nemzetközi összefogással** lehet megépíteni, **nemzetközi ellenőrzéssel** kell üzemeltetni. Elkészülte után viszont már gazdaságos, mert **benne a használt fűtőelemek energiakinyeréssel "eltűzelhetők"**. A maradvány pedig biztonsággal gránitba temethető.

A természetes transzmutáció a radioaktív bomlás, mely során radioaktív elemek alakulnak át más, stabil elemekké, mesterséges transzmutáció pedig részecskegyorsító, tokamak berendezések segítségével jöhet létre.

A működési elv a következő: egy részecskegyorsító vákuumon keresztül protonokat gyorsít a felforrósított, cseppfolyós fémre, a "célra", amelyből ezáltal neutronok válnak ki, és ez utóbbiak „tüzelnek” az erősen sugárzó hulladékra, amelynek atomjai így gyengén sugárzóvá alakulnak.



A transzmutáció alkalmazása feltételezi a nukleáris üzemanyagciklus zárását, ugyanis megvalósításához olyan továbbfejlesztett, zárt üzemanyagciklusra van szükség, amelyben az urán és a plutónium recirkulációján kívül az egyébként hulladéknak tekintett hasadási termékek egy részének kiégetésére (elhasítására) is sor kerül. Ahhoz, hogy a hosszú felezési idejű izotópokat és hasadási termékeket neutron-besugárással transzmutálni lehessen, szelektív módon le kell választani őket a kiégett üzemanyagból.

## 7. Kérdések

- 13.1. Sorolja fel a nyílt nukleáris üzemanyagciklus fontosabb állomásait!
- 13.2. Milyen további művelet következik be az u.n. zárt üzemanyag ciklusban?
- 13.3. Írja le a nemegyensúlyi zárt üzemanyagciklust!
- 13.4. Miért nem lesz még az elkövetkező egy-két évtizedben „nemegyensúlyi” a rendszer?
- 13.5. Adja meg az egyensúlyi zárt üzemanyagciklus leírását!
- 13.6. Írja le a jelenlegi termikus reaktorok esetében az uránérc bányászatot követő fizikai és kémiai eljárásokat a sárga por előállításáig!
- 13.7. Ismertesse az ISR (in situ recovery), azaz „helyben kinyeréses” uránbányászati technológiát egészen a kitermelés leállításáig!
- 13.8. Soroljon fel olyan izotópdúsítási módszereket, amelyekkel a termikus reaktorok számára 235-ös izotópban dúsított uránt állítanak elő!
- 13.9. Ismertesse a 235-ös izotópban dúsított urán előállításához alkalmazott gázdifúziós izotópdúsítási módszert!
- 13.10. Milyen arányban van U-235-ös izotóp a természetes uránban, az alacsonyan dúsított uránban és az atombombában?
- 13.11. Mit jellemez a szeparációs munka, mit jelent adúsítási egységköltség?
- 13.12. Ismertesse a 235-ös izotópban dúsított urán előállításához alkalmazott gáz-ultracentrifugálásos izotópdúsítási módszert!
- 13.13. Ismertesse a 235-ös izotópban dúsított urán előállításához alkalmazott lézeres izotópdúsítási módszert!
- 13.14. Milyen üzemanyagokat használnak az üzemelő reaktorokban, és milyen nukleáris üzemanyagok várhatóak a jövőben?
- 13.15. Mit jelent ez a kifejezés: MOX - üzemanyagú fűtőelem
- 13.16. Milyen fémötvözetből készülnek a fűtőelemek burkolatai és a reaktor belső felülete?
- 13.17. Hány százalékos az orosz és a nyugati urán üzemanyag U235 koncentrációja és mekkora az U235 koncentrációja a „kiégett” üzemanyagnak?
- 13.18. Milyen reaktorok működtek 1970-ig, és milyen generációjú reaktorok működnek azóta?
- 13.19. Melyek az atomreaktor-továbbfejlesztések irányai a 2010-es, 2020-as években?
- 13.20. Nevezze meg a IV. generációs atomreaktorok hat továbbfejlesztés irányát az EU-ban!
- 13.21. Ismertesse a Paksi Atomerőmű esetében mit jelent az üzemidő hosszabbítás!
- 13.22. Ismertesse a harmadik generációs reaktorok legfontosabb sajátosságait és adatait!
- 13.23. Melyek a harmadik generációs (evolúciós) atomerőművek új biztonság filozófiai célkitűzései a fukusimai atomerőmű baleset és tengeri katasztrófa után?
- 13.24. Sorolja fel a negyedik generációs atomerőművek kiválasztott hat reaktorfejlesztési irányát!

- 13.25. Sorolja fel az atomerőműi hulladékok közül az urán és transzurán aktivációs/spallációs termékeket!
- 13.26. Sorolja fel a gáz halmazállapotú radioaktív izotópokat, valamint a cézium- és stroncium-izotópokat!
- 13.27. Ismertesse a kiégett fűtőelemek (SF) jelenlegi feldolgozásának lépéseit!
- 13.28. Ismertesse a püspökszilágyiban levő Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló tevékenységét!
- 13.29. Adja meg a radioaktív hulladékok osztályozását!
- 13.30. Adja meg a radioaktív hulladékok elhelyezésének szempontrendszerét
- 13.31. ismertesse a Bataapáti (Üveghuta) térségében létesített, kis- és közepes aktivitású hulladék elhelyezését biztosító üzemet!
- 13.32. Ismertesse a közepes és nagy aktivitású hulladékok elhelyezésének szempontjait, valamint az elhelyezésénél alkalmazandó tömörítő és szigetelő technológiákat!
- 13.33. Miért képviselnek hatalmas mennyiségben használható urán a dúsítási maradékok és a kiégett üzemanyagok?
- 13.34. Ismertesse, miért jelentene jelentős előrelépést az atomenergiában, ha ipari méretekben megvalósulna a reprocessálás és gyors szaporító reaktorok kialakítása?
- 13.35. Ismertesse a reprocessáló művek feladatait, és a reprocessálás technológiáját, lépéseit!
- 13.36. Ismertesse a reprocessáló-transzmutáló rendszer eredményét a radioaktív izotópok „feldolgozásában”

## 8. Tesztek

### 13.1. Sorolja fel a nyílt nukleáris üzemanyagciklus fontosabb állomásait!

- 13.1.a A zárt üzemanyag ciklusban a kiégett üzemanyagot kivonják a forgalomból.
- 13.1.b A zárt üzemanyag ciklusban a kiégett üzemanyagot nem használják fel tovább.
- 13.1.c A zárt üzemanyag ciklusban a kiégett üzemanyag újrafeldolgozásra kerül.

### 13.2. Írja le az uránérc bányászatot követő fizikai és kémiai eljárásokat a sárga por előállításáig!

- 13.2.a Az uránércet őrlik, savval feltárják, oldatból kicsapatják az uránt, ezáltal adódik a sárga por
- 13.2.b. Az uránércet őrlik, savval feltárják, oldatból kicsapatják az uránt, és hőkezeléssel kivonják a sárga port
- 13.2.c. Az uránércet őrlik, savval feltárják, és az oldatból kicsapatják az uránt, amely sárga színű por.

### 13.3. Ismertesse az ISR (in situ recovery), uránbányászati technológiát!

- 13.3.a. Oxigénes, széndioxidos vizet sajtolnak csövön a mélybe a vízhez, és a kioldott uránt kiszivattyúzzák
- 13.3.b. Kénsavat sajtolnak csövön a mélybe a vízhez, és a kioldott uránt kiszivattyúzzák
- 13.3.c. Natriumhidroxidot sajtolnak csövön a mélybe a vízhez, és a kioldott uránt kiszivattyúzzák

### 13.4. Soroljon fel izotópdúsítási módszereket, amely során a termikus reaktorok számára 235-ös izotópban dúsított uránt állítanak elő!

- 13.4.a. Izotópdúsítási módszerek a következők: gázdiffúziós eljárás, ülepitéses módszer, lézeres gerjesztési eljárás.
- 13.4.b. Izotópdúsítási módszerek a következők: gázdiffúziós eljárás, gázcentrifugálásos eljárás, lézeres gerjesztési eljárás.

13.4.c. Izotópdúsítási módszerek a következők: gázdifúziós eljárás, gáz-ultracentrifugálásos módszer, lézeres izotópdúsítás.

**13.5. Milyen arányban van U-235-ös izotóp a természetes uránban, az alacsonyan dúsított uránban és az atombombában?**

13.5.a. Az U-235-ös izotóp a természetes uránban 0,7 %-ban, az alacsonyan dúsított uránban 3-4 %-ban és az atombombában 90 %-ban van jelen.

13.5.b. Az U-235-ös izotóp a természetes uránban 0,007 %-ban, az alacsonyan dúsított uránban 10 %-ban és az atombombában 90 %-ban van jelen.

13.5.c. Az U-235-ös izotóp a természetes uránban 0,07 %-ban, az alacsonyan dúsított uránban 3-4 %-ban és az atombombában 90 %-ban van jelen.

**13.6. Milyen üzemanyagokat használnak az üzemelő reaktorokban, és milyen nukleáris üzemanyagok várhatóak a jövőben?**

13.6.a. Jelenleg urándioxidot, a jövőben viszont kevert uránoxid fűtőelemeket fognak használni.

13.6.b. Jelenleg fémoxidokat, a jövőben viszont kevert oxid fűtőelemeket fognak használni.

13.6.c. Jelenleg oxidüzemanyagot, a jövőben viszont MOX-üzemanyagú fűtőelemeket fognak használni.

**13.7. Mit jelent ez a kifejezés: MOX - üzemanyagú fűtőelem?**

13.7.a. A MOX mozaikszó, a Mixed Oxide Fuel angol szavak kezdőbetűje

13.7.b. A MOX mozaikszó, a Moderate Oxide Fuel angol szavak kezdőbetűje

13.7.c. A MOX mozaikszó, a Mixed Organic Fuel angol szavak kezdőbetűje

**13.8. Milyen fémötvözetből készülnek a fűtőelemek burkolatai és a reaktor belső felülete?**

13.8.a. A fűtőelem burkolata ma már cirkónium-vanádium-ötvözetből készül.

13.8.b. A fűtőelem burkolata ma már rozsdamentes-ötvözetből készül.

13.8.c. A fűtőelem burkolata ma már cirkónium-ötvözetből készül.

**13.9. Hány százalékos az orosz és a nyugati urán üzemanyag U235 koncentrációja és mekkora az U235 koncentrációja a „kiégett” üzemanyagnak?**

13.9.a. Az orosz üzemanyag 3,6-4,4 %, kiégetten 1,2-1,3 %, a nyugati PWR-eké 3,0-3,15 %, kiégetten ~0,9 % 235U tartalmaz.

13.9.b. Az orosz üzemanyag 5,6-5,4 %, kiégetten 1,2-1,3 %, a nyugati PWR-eké 4,0-4,15 %, kiégetten ~0,9 % 235U tartalmaz.

13.9.c. Az orosz üzemanyag 3,6-4,4 %, kiégetten 1,2-1,3 %, a nyugati PWR-eké 3,0-3,15 %, kiégetten ~1,9 % 235U tartalmaz.

**13.10. Adja meg a radioaktív hulladékok osztályozását!**

13.10.a. A radioaktív hulladékok osztályozása: alacsony-, közepes és magas aktivitású hulladékok.

13.10.b. A radioaktív hulladékok osztályozása: kis-, közepes és nagy aktivitású hulladékok.

13.10.c. A radioaktív hulladékok osztályozása: gyenge-, közepes és erős aktivitású hulladékok.

## 9. Megoldáskód a 13-as témához

Nukleáris hasadóanyag előállító,  
felhasználó és radioaktív  
hulladékkezelő technológiák.

|      |          |      |          |      |          |       |          |
|------|----------|------|----------|------|----------|-------|----------|
| 13.1 | <b>c</b> | 13.4 | <b>b</b> | 13.7 | <b>a</b> | 13.10 | <b>b</b> |
| 13.2 | <b>a</b> | 13.5 | <b>a</b> | 13.8 | <b>c</b> |       |          |
| 13.3 | <b>a</b> | 13.6 | <b>c</b> | 13.9 | <b>a</b> |       |          |

## 10. Hivatkozások

[13.1]1. ábra. Nyílt és zárt üzemanyag ciklus  
[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021\\_Nuklearis\\_ipar\\_hulladekkezelese/ch04s02.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Nuklearis_ipar_hulladekkezelese/ch04s02.html)

[13.2]Nukleáris üzemanyag ciklus fontosabb állomásai  
[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032\\_kornyezetgazdalkodas1/ch20s02.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_kornyezetgazdalkodas1/ch20s02.html) (Lásd: 316)

[13.3]A zárt nukleáris üzemanyag ciklus részletes sémája <http://bgk.uni-obuda.hu/jegyzetek/mat/Atomenergetika/Diasorok/> (Lásd: 317)

[13.4]Sárga por vagy sárga pogácsa ( $U_3O_8$ , yellowcake) <http://www.realaspen.com/article/253/Critics-Foreign-companies-fleeing-US-for-minerals> (Lásd: 318)

[13.5]ISR („helyben kinyerés”) uránbányászati technológia, <http://hungarian.wildhorse.com.au/FAQ.asp>  
<http://seekingalpha.com/article/21369-uranium-mining-in-texas-energy-metals-corp>

[13.6]Urán bányászat – ISR (In-Situ Recovery) <http://www.powertechuranium.com/s/AboutISR.asp> (Lásd: 319)

[13.7]Urán bányászat – ISR (In-Situ Recovery)  
[http://www.reak.bme.hu/fileadmin/user\\_upload/felhasznalok/zagyvai/rad\\_hull\\_gazd-1.pdf](http://www.reak.bme.hu/fileadmin/user_upload/felhasznalok/zagyvai/rad_hull_gazd-1.pdf) (Lásd: 320)

[13.8]Izotópdúsítási módszerek és alapfogalmak [http://ob121.com/publ\\_stuxnet.html](http://ob121.com/publ_stuxnet.html)

[13.9]A természetes urán, az alacsonyan dúsított urán (3-4-% U-235) és az atombomba (90 %) uránizotóp arányát illusztráló grafikonok. [http://en.wikipedia.org/wiki/Enriched\\_uranium](http://en.wikipedia.org/wiki/Enriched_uranium) (Lásd: 321)

[13.10]Gázdifúziós izotópszeparáció <http://www.sciencephoto.com/media/342564/view> (Lásd: 322)

[13.11]Kaskád gáz centrifuga rendszer [http://en.wikipedia.org/wiki/Enriched\\_uranium](http://en.wikipedia.org/wiki/Enriched_uranium) (Lásd: 323. 325)

[13.12]Molekuláris lézeres izotóp szeparáció [http://en.wikipedia.org/wiki/Molecular\\_laser\\_isotope\\_separation](http://en.wikipedia.org/wiki/Molecular_laser_isotope_separation)

[13.13]Atom gőzlézeres izotóp szeparáció <http://en.wikipedia.org/wiki/AVLIS>

[13.14]Urán szeparációs rendszer rézgőzlézer fényével <http://en.wikipedia.org/wiki/AVLIS> (Lásd: 326)

[13.15]Blokkok üzemidő-hosszabbítása  
[http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/att\\_files/eloadasok/\\$File/bmenti.pdf?OpenElement](http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/att_files/eloadasok/$File/bmenti.pdf?OpenElement)

[13.16]Az AP-1000 típusú, harmadik generációs atomerőmű látványképe. Franciaország  
[http://nukleraj.blog.hu/2009/03/18/csak\\_4\\_befuto#more1009266](http://nukleraj.blog.hu/2009/03/18/csak_4_befuto#more1009266) (Lásd: 327)

[13.17]A kiválasztott hat reaktorfejlesztési irány  
[http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/att\\_files/eloadasok/\\$File/bmenti.pdf?OpenElement](http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/att_files/eloadasok/$File/bmenti.pdf?OpenElement)

[13.18]Atomerőműi kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékok kezelése Magyarországon  
[http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/html\\_files/hulladekkezeles](http://www.haea.gov.hu/web/v2/portal.nsf/html_files/hulladekkezeles)

[13.19]Paks, átmeneti tároló <http://paks.hu/hirek/hir.php?mid=14fa57276ee459> (Lásd: 331)

[13.20]Bátaapáti, tároló folyosó <http://kitartas.mozgalom.org/aktualis/ketszaz-meter-melyre-kerul-a-magyar-atomhulladek> (Lásd: 332)



Nukleáris hasadóanyag előállító,  
felhasználó és radioaktív  
hulladékkezelő technológiák.

---

|                      |                                                                                                                                                                                                       |                  |                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [13.21]Kiegett       | üzemanyag                                                                                                                                                                                             | újrafeldolgozása | <a href="http://bgk.uni-obuda.hu/jegyzetek/mat/Atomenergetika/Diasorok/A_nukleáris_üzemanyagciklus.pdf">http://bgk.uni-obuda.hu/jegyzetek/mat/Atomenergetika/Diasorok/A_nukleáris_üzemanyagciklus.pdf</a> |
| [13.22]Transzmutáció | <a href="http://www.harmonet.hu/kutyu-es-tudomany/56418-alkimia-es-atomenergia:-a-transzmutacio.html">http://www.harmonet.hu/kutyu-es-tudomany/56418-alkimia-es-atomenergia:-a-transzmutacio.html</a> |                  |                                                                                                                                                                                                           |

---

# 14. fejezet - Élelmiszeripari technológiák.

Az **élelmiszeripar** az élelmiszerek üzemi előállításával foglalkozó iparág. Az egyik legősibb ipar az emberiség történetében. A legrégebbi élelmiszer iparág a malomipar. A gőzgép, majd a villanymotorok alkalmazásával, a biokémia és a mikrobiológia felismeréseivel, az élelmiszer alapanyagok nagy tömegben történő feldolgozásával, a tömeggyártás bevezetésével az élelmiszer feldolgozás is nagyipari jelleget kapott, míg korábban háziipari, kisipari jellegű volt. (<http://hu.wikipedia.org/wiki/élelmiszeripar> )

A tömeggyártás magával hozta, hogy az elkészített élelmiszerek (gabona termékek, tejtermékek, húsok, gyümölcsök, stb. ) nem frissen és rövid időn belül kerülnek felhasználásra, általában hosszú utat és hosszú időt töltenek el a kereskedelmi láncban. Az élelmiszer szerves anyag, benne mikroorganizmusok élnek, ezért „megfelelő kezelés nélkül” hamar megromlanának. Ezért az élelmiszeripar egyik fontos szakterülete a tartósítás megoldása, hőkezeléssel és vegyszeresen. (E-számok egy része, <http://hu.wikipedia.org/wiki/E-számok> )

Tehát az élelmiszeripar sok területet foglal magába. Ide tartozik az élelmiszerek szánt növényeknek, állatoknak a feldolgozó üzemekbe történő beszállítását követően azok időszakos tárolása, megfelelő szintű előkészítése, feldolgozása, esetenként hőkezelése, bizonyos tartósítószerrel történő ellátása, a kész termékek csomagolása, esetenként hűtése, előkészítése arra, hogy hosszabb-rövidebb idő alatt kiszállítsák azokat az üzletekbe.

## 1. Malomipar. Gabonafélék élelmiszer irányú feldolgozása

### 1.1. Malomipar létrejötte. Hengerszék. Fehér liszt. Teljes kiőrlésű liszt

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kategória:Malomipar>

A **malomipar** a **gabonafélék** élelmiszer irányú feldolgozását végzi. A gőzgép feltalálása előtt még nem beszélünk malomiparról, mivel a szelmalmokkal, vízmalmokkal döntően csak a helyben (faluközösségek) megtermelt gabona feldolgozásáról lehetett szó. Az őrlés minősége is nagyjából egyféle volt. Ezekben a malmokban készült őrleményt csak rövidebb ideig (jó esetben a következő aratásig) lehetett étkezési célokra felhasználni, mivel idővel megavasodtak.

Ahhoz, hogy érthetővé legyen, milyen őrlemény a jó az egészséges étkezés szempontjából, ismernünk kell a gabona magvak felépítését, mert ezekben találjuk az egészségügyi szempontból fontos szervetlen és szerves összetevőket. A búzaszem legnagyobb részét a *fehér liszttest* alkotja, mely a szem 82 %-át teszi ki, ezen kívül fontos alkotó még a **csíra** és az **aleurónréteg**, amely a liszttestet védi-takarja.

Jelenleg, a kereskedelembe döntő mértékben **fehér lisztet** vásárolunk. A fehérliszt szinte kizárólag a liszttestből származik, aminek 80 %-a keményítő, és ezt még 4-5 % cukor is kiegészíti. Az ásványok, a természetes katalizátorok és esszenciális aminosavak legnagyobb része a búzaszem többi részében, a csírában és a héjban található. Ezek szerint a **fehér liszt olyan gabona őrlemény**, melynél a gabona magjából csak a keményítő marad meg. A gabona mag a finomítás során értékes vitaminjait, zsírtartalmát, ásványtartalmát szinte 100 %-ban elveszíti.

A XIX. század első felében kifejlesztett **újszerű gabona malom (gőzmalom)**, majd az 1850-es évektől, Ganz Ábrahám által gyártott **hengersizék** tette lehetővé olyan liszt előállítását, mely **izolált keményítő tartalma** miatt szinte határtalan ideig eláll. A hengersizéket **Mechwart András** tökéletesítette, az ő találmánya **az őrlés és az osztályozás gépesítése**. Mindez „átrendezte” a korábbi gabona feldolgozást. Mivel a gőzmalom szénrel működött, amit vasúton szállítottak, legelőbb a vasútvonalak mellett jöttek létre nagy malmok, gyakran városokban.

A **hengersizék** egy malomipari berendezés, amelyben egymással szemben különböző sebességgel megforgatott rovátkolt, vagy mattírozott, kéregöntött fémhengerek helyezkednek el. Az egymással szemben forgó hengerek

(hengerpár) közötti hézagba valamilyen szemes terményt (búza, kukorica, rizs, rozs, árpa stb.), vagy más félkész őrleményt engednek, amely a hengerek közötti kerületi sebesség különbözetéből adódóan őrlődik.

Az őrlésen kívül a malomipar főbb technológiai lépései: alapanyag-előkészítés, darálás, őrlés, hidrotermális kezelés, szítálás, hántolás, koptatás, készárúkezelés.

#### 14.1. ábra - Hengerszék, egymással szemben forgó hengerek



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Hengerszék>

Az egészségesebb gabona fogyasztás során szóba kerül a **teljes kiőrlésű liszt**. Ennek megavasodását úgy akadályozzák meg, hogy hőkezeléssel tartósítják. A teljes kiőrlésű lisztnél - mivel megbontották a gabonát - megindul az oxidáció és a saját mikroorganizmusok "felemésztik" a hasznos vitaminyagokat. Egy teljes kiőrlésű liszt kb. 14 nap után, már szervezetünk számára szintén értéktelen. Ezért lenne hasznos olyan technológia, amely során a gabonát rögtön a felhasználás előtt tudnánk megőrölni és rövid időn belül felhasználni.

## 1.2. A gabonaipar alapanyagai

1. Táblázat. A gabonaipar alapanyagai

| Név           | Termesztett növények előfordulási helyük, felhasználásuk, beltartalmuk            |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Kenyérgabonák |                                                                                   |
| Búza          | <a href="http://hu.wikipedia.org/wiki/Búza">http://hu.wikipedia.org/wiki/Búza</a> |
| Rosz          | <a href="http://hu.wikipedia.org/wiki/Rosz">http://hu.wikipedia.org/wiki/Rosz</a> |
| Egyéb gabonák |                                                                                   |

|                   |                                                                                                                                                                                          |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Árpa              | Legelterjedtebb gabonaféle a világon. Hideg éghajlaton is jól terem (pl. Szibériában) Észak-Európában a zabbal együtt kenyérgabona                                                       |
| Zab               | Hidegebb éghajlatú országokban. Tápszer készítésére kiváló, mert keményítőszemcséi kicsik és könnyen emészthetők. Növényi rostok biztosítása                                             |
| Rizs              | Kínában, Indiában, Távol-Keleten fő táplálék. Nem lehet belőle kenyeret sütni.                                                                                                           |
| Köles             | Ázsiában, Afrikában kenyérgabona, másodterményként is termesztendő                                                                                                                       |
| Cirok             | Déli trópusi vidékeken fontos élelmiszer                                                                                                                                                 |
| Hüvelyes növények |                                                                                                                                                                                          |
| Zöldborsó         | B1, B2, és C vitamint (20 mg/100 g) tartalmaz. Szénhidrát tartalma is jelentős.                                                                                                          |
| Bab               | Táplálkozási értéke nagy, magvai 40-50 % keményítő mellett feltűnően sok, 22-35 % fehérjét (legumin) tartalmaznak, kén- és foszfortartalmas anyagnak tulajdonítandó nagy tápláló erejük. |
| Szója             | 40 %-os fehérjetartalma is lehet.                                                                                                                                                        |

### 1.3. A gabonafeldolgozó-ipar termékei

([http://gabona.lap.hu/gabonafeldolgozo\\_ipar/11287626](http://gabona.lap.hu/gabonafeldolgozo_ipar/11287626) )

#### 2. Táblázat. A gabonafeldolgozó-ipar termékei

| Termék név          | Rövid leírás, felhasználási területek                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tészta lisztek      | Más néven fehér-, vagy „nullás” liszt. Sima búzaliszt (BL 51); Finomliszt (BL 55); Tésztaipari liszt (TL 50); Rétesliszt (BFF 55)                                                                                                                         |
| Kenyér lisztek      | Fehér, félbarna, barna, sötét, teljes kiőrlésű. Fehér kenyérliszt (BL 80); Félfehér kenyérliszt (BL 112); Graham liszt (GL 200)                                                                                                                           |
| Kukorica-őrlemények | Kukoricaliszt, Kukoricadara, Kukorica-kásadara. Nagy szemcseméretű őrlemények Glutén mentes, diétás célú lisztkeverékek komponense                                                                                                                        |
| Hántolmányok        | A hántolás célja a magokat borító külső, pelyvás héj és a mag belső részének szétválasztása. Rizs: Fényezett, Matt, Goromba törmelék, Finom törmelék. Hántolt rizs; Opál rizs                                                                             |
| Borsó               | Egész, Feles, Hántolt feles sárga- és zöldborsó, étkezési célra.                                                                                                                                                                                          |
| Árpa                | Korpa: Az ásványokat és nyomelemeket tartalmazó héjrész. Gazdag diétás rostban (54%), ásványi anyagokban és vitaminokban A búzakorpa fitát tartalma: 1,57g/100g. A korpa szárazanyag-tartalomra vonatkoztatott keményítőtartalma legfeljebb 15% lehet.    |
| Csíra               | (pl. búza- és rozscsíra): Gazdag fehérjében és olajban, jelentős ásványianyag- és vitaminforrás. Fehérjetartalma gazdag esszenciális aminosavakban. Az állati fehérjével egyenértékű. Olajtartalma 10-14%, ami igen gazdag E, B1, B2, B6 és A- vitaminban |

## 2. Sütő- és tésztaipar



Száraztészták, sütőipari termékek.

## 2.1. Sütőipari termékek

A **sütőipari termékek** lisztből, sóból és lazító anyagból készülnek, tojás csak egy részében van. (zsiradék, cukor, fűszerek, adalékanyag)

### Sütőipari termékek csoportosítása

**Kenyérfajták:** alapanyaga: búza vagy rozsliszt víz, lazítóanyag, só kukorica-burgonyapelyhek, magvak. Fajtái:

a) búzakenyér: tiszta búzalisztből, rozsliszttartalom 30% alatti, ízük kellemes, legkevésbé savanykás, 8-10 órával sütés után jelentkeznek az öregedés jelei.

b) rozsos kenyér: 30-50% között van a rozsliszt aránya.

c) rozskenyér: 50% fölötti a rozsliszttartalom, rozsfelhéjék duzzadásához savanyú közeg kell, ezért erősebben savanyítják a kovással

d) korszerű kenyér: járulékos anyagai: kukoricapehely, sajt, szezámmag, gyapotmag, napraforgó, lenmag. A hatgabonás, háromgabonás, teljes gabona magvakat tartalmazó kenyerek biológiailag értékesebbek, nagyobb az élvezeti értékük.

e) diétás jellegű: rostban gazdag, nátrium-, szénhidrát szegény pl.: graham kenyér, lebegő tartós

**Péksütemények, sütőipari fehér termékek:** liszt (BL55) víz, élesztő, típusai:

a) Vizes tészta (vizes zsemle); b) Tejes tészta (tejes kifli); c) Dúsított tészta (vajás kifli); d) Tojással dúsított (briós); e) Omlós (pogácsák); f) Leveles (rétes)

Mindezen termékek a következő sütőipari technológiai lépések és gépek felhasználásával készülnek el: kenyértészta-feldolgozó gépsor, kemencék és tésztakészítés, kovászérlelés, kelesztés, dagasztás, sodrás, sütés.

## 2.2. Száraztészták.

A **Száraztészták:** alacsony víztartalmú hosszabb ideig eltartható termékek.

a) alapanyagok: liszt, víz, tojás, vagy tojáspor, konyhasó

b) gyártása: hagyományos (szakaszos) vagy folyamatos üzemű gépsoron.

c) műveletei: anyag-előkészítés, tésztakészítés, tésztatömörítés (vákumban) formázás (matricán átsajtoltják) szárítás (40 foknál alacsonyabb hőfokon lassan áramló levegőben)

### Száraztészták csoportosítása:

a) alak szerint: szálas áru: cércnametélt, csőtészta; apró áru: kiskocka, nagykocka

b) tojástartalom szerint: fehér áru: tojás nélküli; tojásos: 2-4-6-8 tojásos (1kg/ tojásszám)

## 3. Cukoripar. Cukorrépa feldolgozása.

<http://cukor.lap.hu/>; <http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/eloado/kemia/cukor.html>

### 3.1. A cukor felhasználás története.

A cukor ezer esztendővel ezelőtt Európában még csak egy-két tengerparti állam fejedelmi udvarában volt ismeretes. A középkori krónikások, mint jóízű és kellemes hatású, kedvelt és értékes ritkaságot említik. Ma pedig a cukor általánosan használt közéletmezési cikk, amelyet óriási mennyiségben készít a fejlett gyáripár. Ez az ipar a mezőgazdaságot is jelentős jövedelemhez juttatja, tehát a nemzetgazdaságban fontos helyet foglal el.

A mézet, édes gyümölcsöket és azokat a növényeket, amelyeknek egyéb részei édes ízűek, ősidőktől fogva ismeri az emberiség. Az Ázsia déli részeiben honos **cukornád kisajtott levét** már a történelem előtti időben használta a bennszülött lakosság, sőt befőzés által eltarthatóvá tett levével kereskedést is űzött. Így a **nádszirup** (szakcharon) ismerete idővel olyan országokba is eljutott, amelyekben a cukornádat nem termelték.

Kr. u. 300 körül jöttek rá Indiában, hogyan lehet **szilárd cukrot** készíteni. Ezzel megnyílt a cukor nagyobb elterjedésének lehetősége. A cukornád termelése még az ókorban áterjedt Egyiptomba, a középkor folyamán már Dél-Európa országaiban is virágzott: Egyiptomban a cukor előállításánál során kezdték alkalmazni a létisztítást és a finomítást is. Az újkor kezdetén Dél-Európából Észak-Afrikába szorult ki a cukornádtermelés, míg végül az Újvilágban honosodott meg. Hazánk régi oklevelei több helyen említik a "nádmézet", királyi udvarok és más előkelőségek kedvelt csemegéi között; az adatok egészen a XIV. századig nyúlnak vissza.

Egy berlini gyógyszerész, **Marggraf** az európai növények összetételét vizsgálva, **1747-ben megállapította**, hogy a **burgundi répa** édes ízét a nádcukor okozza és ezt elő is állította belőle. Tanítványa, **Achard**, javaslata alapján 1802-ben meg is nyílt az első répacukorgyár Sziléziában. A répacukorgyártás elterjedése azonban csak egy fél századdal később kezdett fejlődésnek indulni, amikor Vilmorin a répa nemesítését megkezdte.

**Napoleon** szárazföldi zárata folytán Európa-szerte nagy kutatómunka indult meg a cukornak hazai növényekből való előállítására; de csak a répából való cukorgyártás vált be. A XIX. század harmincas és negyvenes éveiben egymás után sok kisebb-nagyobb répacukorgyár létesült. Ebben az időben hazánkban 63 kisebb-nagyobb gyár állott fenn. **Batthyány Lajos** gróf, a későbbi miniszterelnök, 1830 körül épített már cukorgyárat Ikervárott. Ez a gyár 1848-ig működött és évente 15–25 ezer mázsa répát dolgozott fel. A magyar cukoripar csak a kiegyezés utáni évtizedekben indult meg nagyarányú fejlődésnek. A répa cukortartalma ma már a cukornád fajlagos cukortartalmát is túlhaladta. 1804-ben még csak 4 kg cukrot tudtak kinyerni 100 kg répából, ma 13–16 kg a normális hozam.

### 3.2. A cukorgyártás alapanyagai, fizikai, kémiai alapjai

A közönségesen cukornak nevezett anyag a természetben nagy változatosságban előforduló cukorféleségeknek egyik fajtája a glükóz- és fruktóz-molekulák alkotta diszacharid. Tudományos neve nádcukor (*sacharóz*, *szukróz*;  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). Az iparban és kereskedelemben csak a nádból készültet nevezik nádcukornak, a cukorrépából gyártottakat *répacukor* a neve. Ezek egymással vegyi és egyéb tulajdonságaikban teljesen azonosak. Ezt az azonosságot természetesen nem érinti a kész cukorban esetleg megmaradt szennyeződések különböző volta, sem pedig a gyártás folyamán kapott különböző külső alak.

A cukor egyrészt a **cukornád** (*Saccharum officinarum*) 4–6 méter hosszú, húsos, bütykös szárának levében halmozódik fel. A nádlé íze és illata kellemes. A nád összetétele rendkívül erősen változik a fajta, éghajlat, művelés, talaj és időjárás szerint. Cukortartalma 13–15 % körül ingadozik, invertercukor tartalma pedig 0,2 és 0,6 % közötti.

A cukor másrészt **acukorrépában** (*Beta maritima* var. *saccharifera*) található nagyobb mennyiségben. A cukorrépa a Földközi-tenger partjain vadon termő burgundi répából nemesítés által kitenyésztett változat; megvastagodott gyökerében halmozódik fel a sacharóz. A kétévi növény gyökerének cukortartalma az első évi tenyészidő végén, ősszel a legmagasabb. Ilyenkor az invertercukor-mennyiség csak néhány század %-ot tesz ki, a sacharóz-koncentráció pedig az éghajlat, talaj és egyéb tényezők szerint 12 és 24 % közötti. Hazánkban 13 és 20 % a megszokott határok.

3. Táblázat. A cukorrépa közepes összetétele a következő:

| Összetevők               | (%) |          |
|--------------------------|-----|----------|
| rost                     | 5   |          |
| cukor                    | 17  |          |
| oldott nem-cukor anyagok | 3   | lé = 95% |
| víz                      | 75  |          |

**A cukor olvadáspontja 180 °C körül van**, szennyeződések és nedvesség jelenlétében, vagy lassú melegítésnél jelentősen alacsonyabb. Hosszabb ideig 100–180 °C-ra melegítve, a cukor bomlásnak indul és megbarnul, sőt egészen sötét lesz (karamell képződés). A karamellizálódás bizonyos anyagok jelenlétében meggyorsul, vizes oldatban már 80 °C körül is észrevehető.

A cukor vízben igen jól (bár lassan) oldódik; melegben az oldhatóság erősen növekszik. Idegen anyagok nagyobb mennyisége növeli az oldhatóságot (melaszképző hatás). Cukoroldatok a polarizált fény síkját jobbra forgatják. Az optikai forgatóképesség jelenségén alapszik a cukortermékek és cukortartalmú nyersanyagok (répa) cukortartalmának meghatározása.

Ha a cukor oldatát megsavanyítjuk, az oldatból már nem lehet nádcukrot kikristályosítani, a forgatóképesség ellenkező irányú lesz, vagyis az oldat balra forgat: a cukor **invertálódik**. Az invertcukor még könnyebben karamellizálódik, mint a nádcukor, és akár savas, akár lúgos közegben melegítik, sötét színű és savas hatású anyagok képződése közben gyorsan elbomlik. Már kevés invertcukor jelenléte is a cukoroldat további savanyodását és újabb invertcukor-mennyiség keletkezését okozza. Az invertcukor megakadályozza a nádcukor kikristályosodását, ezért a cukorgyártás során ezt a levek **lúgosan tartásával** védik ki ezt a hatást.

A cukorgyári levek lúgosságát, a létisztításon kívül, **0,001–0,03 % égetett mésszel** állítják be (a pH 7 és 10 közé, leginkább 8–8,5 körül), de vannak gyárak, ahol majdnem semleges kémhatású oldatokkal az inverzió már gyengén savas, 6,5–6,7 pH-jú oldatban elkezdődik és pH=6,0 érték körül már gyorsan, nagy konverziófokkal végbe megy.

A kristályosodáshoz az **oldatnak túltelítettnek** kell lenni. Ezt az oldószer (víz) kipárologtatásával lehet elérni, vagy pedig az oldóképesség csökkentésével (hűtéssel). Ilyen módszerekkel lehet túltelített oldatot kapni. A cukor bizonyos túltelítettségi fok elérésekor magától kezd kikristályosodni, ezen alul csak behelyezett cukorkristályok jelenlétében (beoltás után) érhető ez el. Ha a kristályképződés már megkezdődött, újabb kristályok képződése már könnyebben megy. A túltelítettség fokától és az oldatban lévő göcképző komponensek heterogén nukleációt elősegítő hatásától függ, hogy az oldatban folytonosan új kristályok keletkeznek-e, avagy inkább csak a meglévők növekednek.

Nagymértékben befolyásolja a kristályosodást az oldat összetétele, azaz a jelen lévő **nemcukoranyagok** mennyisége, minősége. A nemcukoranyagok főleg növényi savak sói, fehérjék, aminosavak, betain, továbbá igen kis mennyiségben invertcukor, glükózidok, zsír, gyantaanyagok, nyálkaanyagok, enzimek stb. A cukorgyárakban a cukor kikristályosodásán kívül a **ballaszt anyagok nagy tömegétől** (amelyet a répa, illetőleg a nád teste és annak egyéb alkotórészei tesznek ki) történő **megtisztítás** is a feladat.

### 3.3. A cukor előállítása répából

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Cukorgyártás>

A cukor előállítása során a *nyerscukorgyár* feladata három művelet elvégzése:

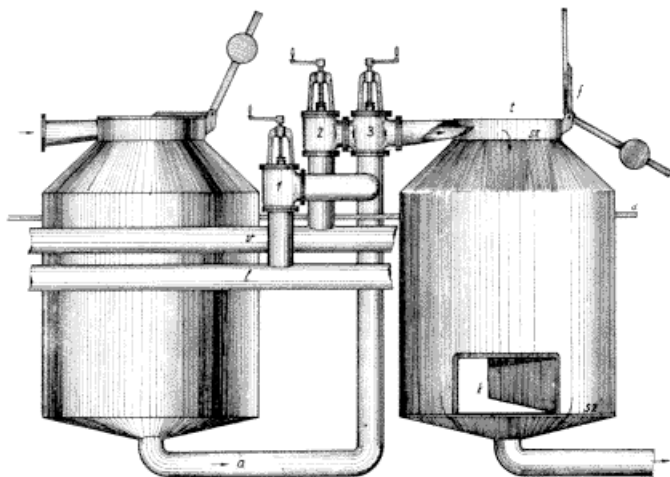
- a cukor elválasztása a növény testétől, rosttól (*lényerés*),
- a cukor elválasztása a kristályosodást megnehezítő nemcukoranyagoktól (*létisztítás*)
- a cukor elválasztása a víztől (*bepárlás és kristályosítás*).

**Lényerés.** A gyárba érkező cukorrépát a gyárudvaron hosszú, árokszerű csatornába, *úsztatókba* rakják. Vízzel szállítja be a répát a gyárépületbe, ahol a mosógép a földtől, a kövektől és a gáztól megtisztítja. Innen a répa a vágógépekbe jut, amelyek vékony csíkokká, *szeletté* aprítják.

A legjobban a **cukrot kilúgozással lehet kinyerni**. A friss répaszelet a kilúgzó edényekben vízben van. A víz és a cukortartalmú lé a növény sejtfalain keresztül, egymással szemben diffundál. A lényerésnek ezt a módját *diffúzió*nak nevezik, a kilúgzó edényeket pedig *diffúzor*nek. A kilúgzó friss víz először a majdnem teljesen kilúgzott szelettel „találkozik” és ellenáramban halad a fokozatosan édesebb szeletek felé. A friss szeleteken áthaladva hagyja el a diffúziós telepet, mint *nyerslé*. Kilúgozásnál a levét (s így közvetve a szeletet) 68–77 °C-ra melegítik; ezáltal a sejtfalak elhalnak és áteresztővé válnak, tehát az oldatban lévő vegyületek átdiffundálhatnak rajta.

Kilúgzásnál nemcsak **cukor**, hanem a **nemcukoranyagok** nagy része is átdiffundál, de nem teljesen, mert a nagyobb molekulájú vegyületek, különösen a fehérjék és egyéb kolloidok a cukornál lassabban diffundálnak. A kilúgozott szeletben marad még kevés cukor (0,2–0,5 %).

#### 14.2. ábra - Diffuzőrök (diffúziós tartályok) vázlata



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Cukorgyártás>

A **kilúgozott szeletben** tápértékkel bíró anyagok maradnak vissza, ezért a víz enyhe kisajtolása után **ezt takarmánynak** lehet használni, vagy *biogázt* lehet belőle fejleszteni, ami javítja a cukorgyártás energia-mérlegét. Minthogy azonban hosszabb ideig nem tartható el, az azonnal föl nem etetett mennyiséget savanyítással vagy szárítással konzerválják. A savanyításnál **tejsavas erjedés** történik, amely feltárja, emészthetővé teszi a szelet rostanyagait. A tejsav a szeletet megvédi a romlástól, mert a rothadást okozó szervezetek elszaporodását meggátolja.

**Szárításnál** a nedves szeletet először erős sajtolásnak vetik alá, a préselt szeletet a kazánoktól jövő füstgázok melegével megszárazítják annyira, hogy csak **12 % víz maradjon benne**. Szárításkor feltárodnak és könnyen emészthetővé válnak a sejtfalak pektinanyagai.

4. Táblázat. A kilúgozott és a szárított szelet átlagos összetétele.

|            | Kilúgozott szelet (%) | Szárított szelet (%) |
|------------|-----------------------|----------------------|
| nyersrost  | 1,7                   | 16                   |
| szénhidrát | 4,3                   | 59                   |
| zsír       | 0,1                   | 1                    |
| fehérje    | 0,5                   | 6                    |
| hamu       | 0,4                   | 6                    |
| víz        | 93,0                  | 12                   |

Savak vagy enzimek hatására a nádcukor hidrolizál (bomlik) *szőlőcukorra* és azonos összegképletű *gyümölcsukorra* :



A cukortartalmat az **optikai forgatóképesség** alapján mérik: A **nádcukor** és a **szőlőcukor** jobbra forgatja a **poláros fény síkját**, a **gyümölcsukor** pedig **balra**, és erősebben forgat balra, mint amilyen mértékben a

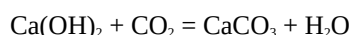


szőlőcukor jobbra forgat, úgy, hogy e két utóbbi cukor egyenlő arányban való elegye a poláris fény síkját balra forgatja. A gyümölcscukor és a szőlőcukor elegyét pedig invertcukornak nevezik.

**Létisztítás.** A diffúzióból kikerülő nyerslevet mindenekelőtt fémszítán (*szeletkefogó*) szűrik meg, mely az apró szeleteket visszatartja. Ez nagyon fontos, mert a szeletek sejtfaiban maradnak a pektinanyagok, amik a levek szűrését és kristályosítását rendkívül megnehezítenék.

A nyerslében lévő habképző anyagok (*szaponin*), kolloidok és egyéb szerves vegyületek is károsan befolyásolják a munkát, ezért ezeket lehetőleg minél tökéletesebben el kell távolítani. Ez végzi a **meszezési és szaturálási eljárás mésztejjel**. A nyerslevet 82–85 °C-ra melegítik, hogy a fehérjék oldhatatlanná váljanak (*koagulálás*) és a pelyhes csapadékot tartalmazó léhez égetett meszet vagy mésztejet adnak (száraz, ill. nedves *derítés*). Rendszerint 2–3 % égetett meszet számítanak egészséges répára, de romlott répánál 5 %-ig is fölmennek. A mész, mint erős lúg, a lében lévő élő szervezeteket megöli (*fertőtlenítés*), a szabad és kötött növényi savak zömével oldhatatlan sókat képez, a szervesetlen alkotórészek közül a foszforsavat, a vas-, alumínium- és magnézium-oxidot lecsapja és az inverzióra hajlamos levét a lúgos kémhatás folytán tartóssá teszi. A sók megbontása alkalmával szabad kálium- és nátrium-hidroxid keletkezik, amely a lének természetes és tartós lúgosságot kölcsönöz a gyártás későbbi szakaszaiban. A mész elbontja még az invertcukrot és a savamidokat, mely utóbbiakból ammónia szabadul fel. A szükséges meszet a cukorgyárak saját mészkemencéjükben készítik, mert nemcsak mészre, hanem az égetéskor felszabaduló szén-dioxidra is szükségük van.

A **fölösleges meszet** szén-dioxiddal való telítés (*szaturálás*) által leválasztják. A mészkemencéből jövő gáz mintegy 30 % szén-dioxidot (CO<sub>2</sub>) tartalmaz, ezt a 90–100 °C-ra melegített lébe vezetik, hol az **kalcium-karbonátot** (szénsavas meszet) ad:



A széndioxid nemcsak a szabad meszet köti meg, hanem a mész és cukor között létesülő vegyületet is megbontja cukor felszabadulás közben:

|                                                            |   |                         |   |                                                                                |
|------------------------------------------------------------|---|-------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot \text{CaO}$ | + | $\text{H}_2\text{CO}_3$ | = | $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |
| kalcium-szacharát                                          |   | szénsav                 |   | cukor                                                                          |

A keletkező **szénsavas mész** vízben oldhatatlan lévén, leválik és a lében úszó kolloid csapadékot (fehérjék stb.) bekérgezi, tehát jól szűrhetővé teszi. Ezenkívül a leválás pillanatában igen erős adszorbeáló hatást fejt ki a még oldatban lévő nemcukoranyagokra, ami újabb tetemes tisztulást jelent.

A szaturálást addig folytatják, míg a lé **pH-ja 10,8–11,0-re**, illetőleg kalcium-hidroxid koncentrációban kifejezve, mintegy 0,08–0,10 %-ra csökken; tovább szaturálva a levált szennyeződések (festőanyagok stb.) újból oldódni kezdenének. A lúgosságot nem tisztán a mész, hanem a fentebb említett szabad alkáliák és a savamidok elbontásakor felszabaduló ammónia együttesen okozza.

A szaturálás befejezése után a sok iszapot tartalmazó levét **iszapsajtókban szűrik meg**. A présekben az iszap lepényeket képez; ezeket a szűrés befejezése után a cukor teljes eltávolítása végett forró vízzel kilúgozzák (leédesítés). A méziszap főként finom eloszlású kalcium-karbonátból (aragonit) áll s ezért talajmeszezésre nagyon alkalmas.

Az iszapsajtókról lefolyó levét (**I. szaturációs lé**) utószűrésnek vetik alá, nehogy az esetleg benne maradt iszaprézecskek a II. szaturációnál feloldódjanak; ezek többé nem választathatók le és a levét sötétre festik. Az utószűrést követi a **II. szaturáció** szénsavval, melynél a lúgosságot 8,5–9,0 pH-ra (megfelel 0,01–0,03 % méshoz) állítják be. A II. szaturációt gyakran III. szaturáció követi, mégpedig többnyire kén-dioxiddal, különösen akkor, ha a levek jó lúgosság-megtartó képességet árulnak el, vagy pedig sok festőanyagot tartalmaznak. A **kénezés** a festőanyagok nagy részét elszínteleníti és egyúttal a méshozat is leválasztja, tehát a levek minőségét javítja.

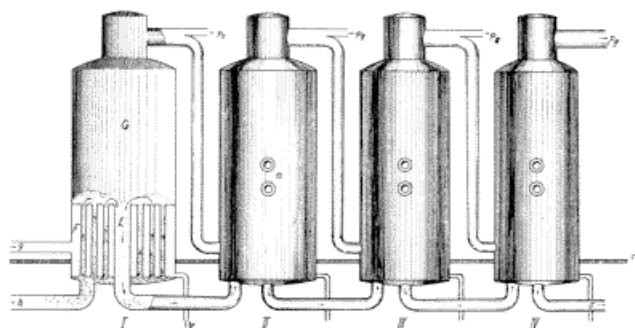
Hogy a szaturációban keletkezett szénsavas **mész tökéletesen leváljon**, a levét erőteljesen **fel kell forralni (kifőzés)**. A kifőzés 105–110 °C-nál történik és iszap leválásával jár. Kifőzés nélkül ez az iszap a bepárlókban rakódnék le és megnehezítené a bepárlást. A készre szaturált levek kifőzése és szűrése után kapott lé, az úgynevezett **híglé**, most már minden további vegyi beavatkozás nélkül bepárolható és kristályosítható. Szűrés

előtt a hígfélebe aktív szenet lehet tenni, amely a lében mindig található finomabb részecskéket, kolloidokat és festőanyagokat elnyeli, ezzel a bepárolást, befőzést és kristályosítást megkönnyíti.

**Bepárlás és főzés.** A hígféleben lévő nagy vízmennyiség (85 %) eltávolítása két részben történik: bepárlásnál a híglevet **sűrűlévé** (55–70% szárazanyag-tartalommal), főzésnél a sűrűlevet, illetőleg szirupokat töltőanyaggá (90–96% szárazanyaggal) alakítják át. A bepárlás a többszörös hőkihasználás elvén alapszik; erre azt a jelenséget használják fel, hogy folyadékok forráspontja a légnyomástól nagymértékben függ; így pl. a víz forráspontja 2 bár nyomáson 120,6 °C, 1,013 bar szttenderd nyomáson 100 °C, míg légritkított térben, 0,5 bar nyomáson csupán 91,7 °C.

A bepárló készülékek 3 vagy 4 testből állnak, amelyek közül az elsőben legnagyobb, az utolsóban legkisebb a nyomás, tehát a forrpon is. Mindegyik testben vannak csövek, amelybe **gőzt** vezetnek; a gőz ezeken keresztül a levét felforralja. A gőz ennek során lecsapódik és a fűtőtérből az e célra szolgáló vezetéken eltávozik. Az első testbe a cukorgyári gőzturbina fáradt gőzét vezetik, a többi testben már az előző testből származó légőz (páragőz) forralja fel a levét. A nyomás és a forráspont az első testtől az utolsó felé fokozatosan csökken; az elsőben a hígféle forráspontja 100 °C-nál nagyobb, az utolsóban a sűrűlé forráspontja 65-70 °C között van.

### 14.3. ábra - Négy testből álló nyomásos bepárló készülék



A négy testből álló nyomásos bepárló készülék főbb részei: I–IV=a négy tartály, F=fűtőtér, G=gőztér, L=létér

A bepárlókból kikerülő **sűrűlé 50–70 % szárazanyagot** tartalmaz. A bepárlás folyamán levált anyagok miatt valamivel tisztább, mint a hígféle; színe mézszárga és sötétbarna között váltakozik, megszűrt állapotban a fényt erősen töri. Ha az erős besűrítés következtében lúgossága nagyon magas, avagy színe igen sötét, kénezással szoktak a bajon segíteni; sokkal hatásosabb azonban, ha a sűrűlé helyett már a híglevet kezelik kén-dioxiddal.

**A sűrűlé a cukorfőzés kiinduló anyaga.** A főzést nagyméretű (10–60 tonna befogadóképességű) készülékekben erős légritkítás alatt végzik; innen e készülék neve: vákuum bepárló. A csökkentett nyomású térben levő sűrűlevet bizonyos túltelítettségi fokig főzik és ekkor indítják meg a kristályosodást (szemképzés) a túltelítettség ugrásszerű növelésével (pl. hirtelen lehűtés), vagy cukorliszt behúzása által. Ha már elegendő szem képződött, újabb szemek keletkezését a túltelítettség csökkentésével (pl. friss, nem telített lérésztetek behúzása) megakadályozzák. Ezután alacsonyabb túltelítettség fenntartásával, apró lérésztetek behúzása és elfőzése által növelik a szemeket. A kész főzetet hűtőkavarókba eresztik, ahol bizonyos fokig lehűl; eközben folytonos mozgásban van, hogy a még mindig növekedő kristályok egymással össze ne nőjenek. A töltőanyagban lévő kristályokat az anyasziruptól centrifugálással választják el. A szirup (zöldszirup) nem válik el tökéletesen a kristályoktól, hanem vékony hártya alakjában borítja a kristályokat, ez a sziruptartalmú termék a **nyerscukor**.

**A nyerscukor a fehér-cukor és finomítvány nyersanyaga.** A fehér-cukor (közönségesen kristály-cukor) egyszerű fedés (*affinálás*) által készül akként, hogy a kristályszemeket bevonó szirupot könnyen folyóvá teszik a centrifugában és helyéből tisztább cukoroldattal kiszorítják; ez a szirupréteg fölmelegítése vagy felhígítása által történhetik. E célból a centrifugában lévő nyerscukrot hígított, magasabb tisztaságú meleg sziruppal (fedősziruppal) locsolják, vagy porlasztott vízzel permetezik, avagy gőzt vezetnek felületére.

A lefolyó szörpöket újból befőzik és így kapják a **közép- és utóterméket**. Ezeknek szirupjai még alacsonyabb tisztaságúak; az utótermék lefolyó szirupjából a szokott eljárással már nem lehet tovább cukrot kristályosítani, **ez a melasz vagy szörplé**. Az utótermékeknél megnehezíti a kristályosodást a sok nemcukoranyag és a kolloidok felszaporodása, mert ezek a kristályok felületéhez tapadva, a cukormolekulák odanövését megakadályozzák.

Míg az első termék-töltőanyag főzési ideje (a vákuumban) 6–8 óra, utókristályosodási ideje (a kavaróban) 4 óra szokott lenni, addig az utótermék-főzetnél a főzési idő 8–24 óra, a kristályosító kavaróban eltöltött idő pedig 1–4 nap!

Az utótermék-kristályosítás, magában állva, hetekig-hónapokig tart. **Wulff** találmánya, a mozgatás közben való kristályosítás tette ezt a folyamatot lényegesen gyorsabbá és tökéletesebbé. Ma már zöldszirupból is tudnak a vákuumban cukorszemeket képezni; ezek a főzés alatt, majd a kavaróban folytonos, de lassú mozgatás közben, mindig újabb sziruprésszel találkoznak és kivonják azokból a kristályosodásra képes cukrot. A cukornak egy bizonyos része nem kristályosodhat ki, mert ezt egyrészt a szirup viszkozitása, másrészt a jelen lévő nemcukoranyagok vegyi hatása megakadályozza.

Az **utótermék-töltőanyag centrifugálásakor** lefolyó szörp, a melasz, nehezen folyó, sötétbarna színű, sajátos szagú és ízű anyag. Ebben gyűlnek össze mindazon nemcukoranyagok, amelyeket a létisztítás nem volt képes eltávolítani, vagy amelyek a gyártás folyamán kerültek a levekbe. A **melasz** a benne lévő cukor révén a **szeszgyártásnak** a nyersanyaga; és értékes takarmány is.

5. Táblázat. A nyerscukrok (I. termék, utótermék) és a melasz általános összetétele

|                                              | I. termék | Utótermék | Melasz |
|----------------------------------------------|-----------|-----------|--------|
| cukor                                        | 94        | 89        | 48     |
| nitrogénvegyületek (aminosavak, betain stb.) | 1         | 2         | 10     |
| egyéb szerves vegyületek                     | 1         | 2         | 13     |
| hamu                                         | 1         | 2         | 9      |
| víz                                          | 3         | 5         | 20     |

A közép- és utótermék-nyerscukrot háromféleképpen lehet értékesíteni.

1. Nyers állapotban feloldják és híg- vagy sűrűlébe vezetve, újból I. terméket főznek belőle.
2. Affinált állapotban vagy a sűrűléhez vezetik, vagy finomított cukor készítésére használják.
3. Végül denaturált állapotban erőtakarmányul szolgálhat, különösen takarmányínséges időben.

### 3.4. A cukoripar késztermékei, melléktermékei

6. Táblázat. A cukoripar késztermékei

|                             |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kristálycukor               | Legnagyobb mennyiségben gyártják. Szacharóztartalma 99,75 %. Apró, közép, és nagy szemű. Nedvességtartalom max. 0,1 %. Hamutartalom max. 0,045 %. Cukorpép, centrifugálás, cukorkristályok. Kristályosítás. 1×, 2×, 3×            |
| 1. finomított kristálycukor | Apró szemnagyság, Szacharóztartalma 99,8 %, Kevesebb hamutartalom. Fehérből, tetszetős szín.                                                                                                                                      |
| 2. kockacukor               | Igen apró szemcseméret, finomított cukorkristályok („cukorliszt”) nedvességtartalma 1,5 %. Ezt követi a sajtolás → rudakká. Ezt szárítják, tördelik kockár, vagy lapos hasáb alakra. Változatai: pl. mokka-cukor, hókristály stb. |
| 3. porcukor                 | Kristálycukorból, finomítvány, hulladékcukorból őrlés útján, fénytelen, fehér, lisztszerű, max. 0.15 % víztartalom.                                                                                                               |

7. Táblázat. A cukoripar melléktermékei

|                                 |                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Melasz:                         | Kb. 50 % cukrot tartalmaz. A répára vetítve 4-4,5 %. Sötétbarna színe a cukor bomlástermékeiből ered. Ipari, mezőgazdasági célokra egyaránt használják. 21 % szacharózt, 12-12 % körüli glükózt és fruktózt tartalmaz |
| Kilúgozott répaszelet           | Szárazanyag-tartalma kb. 6%.                                                                                                                                                                                          |
| Száritott kilúgozott répaszelet | Szárazanyag-tartalma 88-89%. Szénhidrátban gazdag, fehérjében és zsírban szegény.                                                                                                                                     |
| Briketezett száritott szelet    | Melasz és fehérjeanyagok hozzáadásával tápértéke javítható.                                                                                                                                                           |

## 4. Édesipar. Édességek

Az édesipari termékek és csoportosítása. A kakaó és csokoládéáru.

### 4.1. Finomcukrok előállítása

#### A cukor finomítása

A szennyeződésektől átkristályosítással szabadíthatjuk meg a cukrot; eközben az oldatot magát is tisztításnak vethetjük alá, úgyhogy a finomítványban a szennyeződések csak 0,01-0,001 %-ot tesznek ki.

*Kockacukor* többféle eljárás szerint készíthető. Lehet tömböket vagy táblákat készíteni, s ezeket száradás után szétfűrészelni. De lehet a töltőanyagot úgy centrifugálni, hogy mintegy 1 % nedvességet tartalmazó kristálytömeget kapjanak (kockalisztt); ezt rudakká sajtolják, majd szárítás után vágógépekben kockákká aprítják.

A *cukorkakészítés* legtöbb eljárása azon a fizikai jelenségen alapszik, hogy gyors főzéssel oly túltelített oldat keletkezhet, amely hirtelen lehűléskor nem tud kristályosodni, hanem többé-kevésbé kemény, rideg, üvegszerű tömeggé (túlhűtött szilárd oldat) dermed. Az ízt és zamatot gyümölcsízekkel, illóolajokkal vagy kivonatokkal, a színt pedig különböző növényi festőanyagokkal, vagy engedélyezett ételszínezékekkel adják meg.

*Bonbonok* készítésénél a kívánt ízzel és festékkel kevert cukoroldatot gyors főzéssel addig sűrítik, amíg a kivett próba hideg vízbe mártva üvegszerűen kemény és rideg lesz. Ekkor a tömegből lapokat öntenek és ezeket még melegen – a teljes megkeményedés előtt – felvágják és formázzák.

A *szaloncukor* alapanyaga a *fondant*, amely már kevésbé túltelített szörpből készül. A cukoroldatot addig főzik, míg az ujjak között fonalat ereszt és ekkor lehűtve, erős keveréssel és dörzsöléssel gyors kristályosodásra bírják; ezáltal a szörpben számtalan rendkívül apró kristály keletkezik. Az erőteljes kavarást a teljes lehűlésig folytatják, így egyenletes és sima tésztaszerű tömeget kapnak. Ebből az alapanyagból formázzák a szaloncukrot és más sokféle alakú cukorkát.

### 4.2. Csokoládé előállítása

A *csokoládé* a Közép- és Dél-Amerikában honos *kakaófa* (*Theobroma cacao*) terméséből készül. Az erjesztett és pörkölt kakaóbabot megdarálják, majd a héjrészekről és csíráról szellőztető sziták és *triőr* segítségével megtisztítják. Erjesztéskor a glükozidok elbomlanak, és ezáltal a kakaóbab elveszti fanyar és kesernyős ízét; pörköléskor az aroma erősödik, a héj pedig kiszárad, rideggé válik és könnyen eltávolítható lesz a bélrészekről. Ezután a zsírtartalom (**kakaóvaj**) bizonyos részét sajtolással eltávolítják és a visszamaradt anyagot finomra őrlik. Mennél finomabb árut akarnak készíteni, annál több kakaóvaját hagynak benne és annál finomabbra őrlik. Az őrlést finomítás követi: a cukorral, fűszerekkel és egyéb adalékokkal jól összekevert anyagot különböző sebességgel forgó hengerek sorozatán vezetik keresztül, ahol a tömeg nemcsak zúzó, hanem szét-dörzsölő hatásnak is ki van téve; itt a keverék elveszti szemcsésségét és simává válik. Most következik az érlelés: a magasabb hőmérsékletre hevített, folyós tömeget kavarással és dörzsöléssel közben bizonyos ideig levegő hatásának teszik ki. Ezután annyira hűtik, míg hőmérséklete a dermedéspontot megközelíti és akkor formákba öntik; az eljárást teljes lehűtés és csomagolás fejezi be.

## 8. Táblázat. Egy főre eső éves fogyasztás Magyarországon (kg)

| Termék    | 2000 | 2007 | 2009 |                                                                                                                                 |
|-----------|------|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cukor     | 17,4 | 13,6 | 13,9 | <a href="http://www.kwizda.hu/cukorfogyasztas_magyarorszagon">http://www.kwizda.hu/cukorfogyasztas_magyarorszagon</a>           |
| Csokoládé | 4,4  | 3,9  | 4,0  | <a href="http://tudatosvasarlo.hu/cikk/nem-minden-csoki-csokolade">http://tudatosvasarlo.hu/cikk/nem-minden-csoki-csokolade</a> |

## 5. Növényolajipar. Növényi zsírok előállítása.

[www.mtk.nyme.hu/~food/int-hu/tej/szov/letoltes/10\\_Eloadas.ppt](http://www.mtk.nyme.hu/~food/int-hu/tej/szov/letoltes/10_Eloadas.ppt)

### 5.1. Étolajok.

Az étolajok olyan élelmiszerek, amelyeket olajmagvakból vagy olajtartalmú növényi részekből sajtolással, esetenként finomítással, sajtolással és/vagy oldószeres extrakcióval, valamint finomítással állítanak elő. Az étolajok zsírsavak gliceridjei és kis mennyiségben tartalmazhatnak olyan más lipideket is (foszfatidokat, el nem szappanosítható anyagokat, szabad zsírsavakat), amelyek természetes kísérőanyagai az olajnak. *Lehet:* Napraforgó-, szója-, gyapot-, repce-, len-, kókusz-, pálma-, kukoricacsíra-, búzacsíra-, rizscsíra-, tökmagolaj, stb.

Előállítási technológia alapján megkülönböztetünk:

**Szűz étolaj:** Az alapanyagokból tisztítás (idegen anyagok eltávolítása) és bizonyos magvak esetében hajálás és aprítás után mechanikus úton, préseléssel állítják elő az olajat. Az olajkinyerés elősegítése érdekében a hőkezelés (kondicionálás) meg van engedve. Az olaj kizárólag vizes mosással, ülepítéssel, szűréssel, centrifugálással tisztítható.

**Hidegen sajtolt étolaj:** Az alapanyagokból az idegen anyagok eltávolítása, és bizonyos magvak hajálása és aprítása után, mechanikus úton sajtolással, hőkezelés nélkül előállított olaj. A hidegen sajtolt olaj kizárólag vizes mosással, ülepítéssel, szűréssel és centrifugálással tisztítható.

**Finomított étolaj:** Az alapanyagokból tisztítással, sajtolással és/vagy extrahálással és finomítással előállított olaj

### 5.2. Margarinok:

Sütő-főző margarinok, étkezési margarinok. Utóbbiak zsírtartalma 20-80 % között ingadozhat. Egy tipikus „modern” margarin: kis zsírtartalmú (40%) margarin. Speciális, állandó összetételű zsíralapja különböző növényi olajokból áll (repce-, napraforgó-, linola-, trópusi olajok), amellyel a deklarált zsírsavösszetételt, ill. az n-6/n-3 zsírsavak 7:1 arányát biztosítják. A Flora light margarin előállításánál **nem alkalmaznak hidrogénezést**, emiatt transzszsírsvat csak nyomokban tartalmaz. Nincs benne állati eredetű összetevő, ezért koleszterint csak nyomokban tartalmazhat. Sótartalma 0,2 %, így nátriumtartalma 90 mg. 100 g termék a szokásos A-, D-, E-vitaminokon túl (800 µg, 7,5 µg, 20 mg) B-vitaminokat – folsav, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> (1000 µg, 5 mg, 5 µg/100 g) – is tartalmaz.

Melléktermékek

Napraforgómag-héj: alkalmas fűtőanyagnak, hidrolízissel alkoholgyártásra.

Olajpogácsa: Extrahált. 40-50% fehérjetartalmú kiváló takarmány.

Olajiszap: Gazdag olajban és foszfatidban. Takarmányozásra használják

#### 14.4. ábra - Étolajok





## 6. Húsipar. Vágóhidak, hús feldolgozás, tartósítás, szállítás.

<http://www.chemonet.hu/hun/food/technol/husipar/husipar.html>

### 6.1. Vágóhidak.

A fogyasztói társadalomban kialakult centralizált rendszerekben a sertést évi 30-40 ezres telepeken, a szarvasmarhát és a tejet 1200-3000 tehenet nevelő telepeken, a baromfit 300-500 ezres telepeken „állítják elő”. Ez a centralizáció a húsfeldolgozás esetében is ennek megfelelő centralizáltságot eredményezte. Erre példa az évi egymillió sertés levágására és feldarabolására képes korszerű vágóhíd építése Baranya megyében 2013-ban.

#### 14.5. ábra - Sertésvágóhíd hűtő terméi. Szarvasmarha vágás futó pályái



[http://agrarszektor.hu/hir/2359/csucsvagohid\\_epulhet\\_pecs\\_kornyeken.html](http://agrarszektor.hu/hir/2359/csucsvagohid_epulhet_pecs_kornyeken.html)

Baromfi feldolgozó üzemek pályáit, szállító berendezéseit, egyéb baromfiipari gépet, berendezést egyedileg Magyarországon a Sampo Kft. állítja elő

#### 14.6. ábra - Csirke, kacsafeldolgozását biztosító gépsorok



<http://www.sampo.hu/baromfiuzemek-palyai-szallito-berendezesei/>

### 6.2. Nagyüzemileg alkalmazott tartósítási eljárások vágott hús esetében:

Fizikai eljárások:

- Hőkezelés vagy melegítés
- Hőelvonás vagy hűtés-fagyasztás
- Nedvességtartalom-csökkentés: szárítás, fagyasztva szárítás (líofilezés), bepárlás
- Besugárzás: ionizálás, ultraibolya sugárzás, ultrahangos kezelés, röntgensugárzás,

Kémiai eljárások:

- Sózás
- Pácolás
- Füstölés
- Kémiai tartósító szerek hozzáadása

#### Füstölési módok

Az alkalmazott füst hőfokának függvényében megkülönböztetünk **hideg, meleg és forró füstöt**:

*Hideg füsttel*, melynek hőfoka általában 20 °C alatt van, a nyers pácolt hústermékeket, száraz és nyers kolbászokat, nyers sonkákat és egyéb szalonnaféléket füstölik. A hosszú hidegfüstölés során a terméket sokszor hónapokig szakaszosan egész vékony, híg füsttel füstölik. A rövid füstölési eljárás során a terméknek - átpirosodás után - sűrű hideg füstöt adagolunk néhány napig.

A *melegfüstölés* 65-70 °C fokig terjedő hőfokon megy végbe. Leginkább főtt töltelikes készítményeknél és egyes szalonnaféléknél alkalmazzák. Forrón füstölik elsősorban azokat a termékeket, amelyek a füst hatására viszonylag rövid idő alatt jellegzetes füstölt színűek és ízűek lesznek, a folyamat alatt ezek átpirosodása is végbemegy.

A *forró füstölés* hőfoka 74-85 °C között van. A lángolás tulajdonképpen hosszú ideig tartó forró füstölés és szárítás kombinációja, amikor is főzés nélkül megtörténik a termék hőkezelése (69-70 °C maghőmérséklet elérése) („lángolt kolbász”)

### 6.3. Húskészítmények

- Vörösáru és felvágott gyártása
- Nyers, fermentált húskészítmények
- A tartós szárazáruk, a Pick téliszalámi
- Kenősáruk, hurkafélék, sajtok és aszpikos készítmények
- Bélbe töltött, hőkezelt termékek.

#### 14.7. ábra - Csabai kolbász, Szegedi Pick szalámi



9. Táblázat. A fontosabb húst szolgáltató állatok

| Állatok (2004)      | Egy főre eső éves fogyasztás (kg/év) |
|---------------------|--------------------------------------|
| sertés              | 27,5                                 |
| szarvasmarha, borjú | 4,1                                  |
| baromfi             | 33,2                                 |
| hal                 | 3,4                                  |

10. Táblázat. A húsfeldolgozó ipar termékei.

| Termék (2004)        | Éves termelés (tonna/év) |
|----------------------|--------------------------|
| Hús (baromfi nélkül) | 340 000                  |
| Sertéshús            | 290 000                  |
| Étkezési sertézsír   | 10 500                   |
| Szárazkolbász        | 14 000                   |



## 6.4. Húskonzervek

### 14.8. ábra - Húskonzervek



<http://www.kz.all.biz/hu/huskonzervek-g33554>

## 7. Tejipar. Tejfeldolgozás, tejtermékek

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Tej>

### 7.1. A tej

A **tej** a nőstény emlős állatok tejmirigyeinek (emlőinek) időszakosan kiválasztott váladéka, ami az utód(ok) táplálására szolgál a születés utáni időszakban. A szarvasmarha, juh, kecske, bivaly, szamár, lókanca és teve teje emberi fogyasztásra alkalmas.

11. Táblázat. Tej alkotórészeinek összehasonlítása

| Tej alkotórésze | Anyatej (%) | Tehéntej (%) | Kecsquetej (%) |
|-----------------|-------------|--------------|----------------|
| Fehérje         | 1,0         | 3,3          | 3,6            |
| Tejcukor        | 6,9         | 4,7          | 4,5            |
| Ásványi anyag   | 0,2         | 0,7          | 0,8            |

|                         |      |      |      |
|-------------------------|------|------|------|
| Zsírmentes száraz anyag | 8,1  | 8,7  | 8,9  |
| Zsír                    | 4,4  | 3,7  | 4,1  |
| Száraz anyag            | 12,5 | 12,4 | 13,0 |
| Energia (kcal/100 g)    | 71   | 65   | 69   |

12. Táblázat. Éves termelés Magyarországon (tonna)

| Termék (2004)  | Éves termelés (tonna) |
|----------------|-----------------------|
| Fogyasztói tej | 550 000               |
| Vaj            | 4 700                 |

13. Táblázat. Egy főre eső éves fogyasztás Magyarországon (kg)

| Termék (2004) | Egy főre eső éves fogyasztás (kg) |
|---------------|-----------------------------------|
| Tej           | 140                               |

A tej hőkezelve, vagy hőkezelés nélkül számos tejtermék alapanyaga, mint pl. **savanyú tejtermékek** (joghurt, tejföl, kefir, probiotikus termékek), **sajtfélék** (túrófélék, oltós alvasztású sajtok, mint pl. a trappista, vegyes alvasztású sajtok (pl. a krémfehérsajt).

## 7.2. Tejkészítmények, tejtermékek, melléktermékek

### Tejkészítmények

1. A **tejszín** édes ízű, a nyers tejből gépi fölözéssel (szeperálás) nyerik. A habtejszín 30 %, a kávétejszín 16 % zsírt tartalmaz.
2. A **tejföl** édes tejszínből savanyítással készül. Csontfehér színű, kellemes, aromásan savanyú ízű, jellegzetes szagú, homogén, sűrűn folyós készítmény. Zsírtartalma 16 %. A tejszínt a zsírtartalom beállítása után 75°C-ra melegítik, és 100-160 bar nyomáson homogénezik a felfölöződés és a savóeresztés megelőzéséhez, és a kívánt állományszilárdság eléréséhez. A beoltáshoz, (a savanyításhoz és aromaképzéshez) vajkultúrát, (tejsavbaktérium-színtenyésztet) használnak. A szilárd állomány eléréséhez poharas alvasztást, habart tejföl készítésekor tankos alvasztást alkalmaznak.
3. A **joghurt** kissé besűrített, 5 % zsírtartalmú tejből egyedi **baktériumkultúrával** való beoltás és alvasztás után készül. Csontfehér színű, aromája jellegzetes, gazdagabb a közönséges aludttejénél. Kiváló étrendi hatású.
4. A **kefir** tejből készül, különleges kefir-kultúrával való beoltással. Kevés (kb. 1 %) alkoholt és szénsavat is tartalmaz. Kellemes, kocsonyás állagú, üdítő hatású ital.
5. Az **aludttej** szobahőmérsékleten, külső beavatkozás nélkül a tejsavbaktériumok hatására megalvadó nyers tej. A tejszír az aludttej tetejére kerül az állás közben, ami eredetileg a tejföl.

### Tejtermékek

1. A **túra** a lefölözött aludttej felforralása után kicsapódó kazein. Leszűrése után puha, fehér darabkákból áll, sokféleképpen feldolgozható.



2. A **sajt** savanyított és felfőzött tejből készül préseléssel. Általában baktériumtenyésztéssel beoltják, gyakran fűszerezik és érlelik.

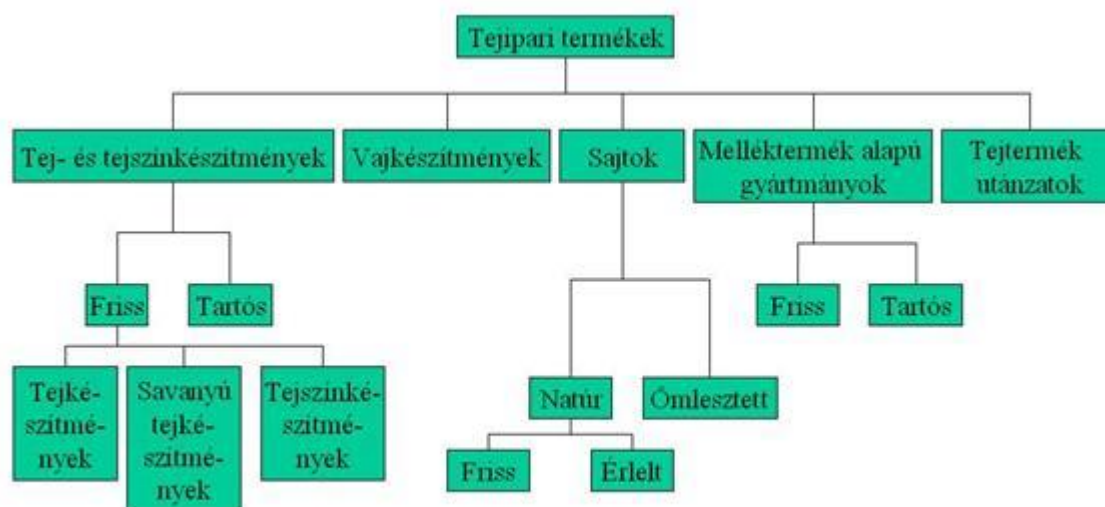
3. A **vaj** a tejföltől elválasztott tejszír. Szobahőmérsékleten szilárd, de nagyon puha, csontfehér anyag.

Ezek melléktermékei:

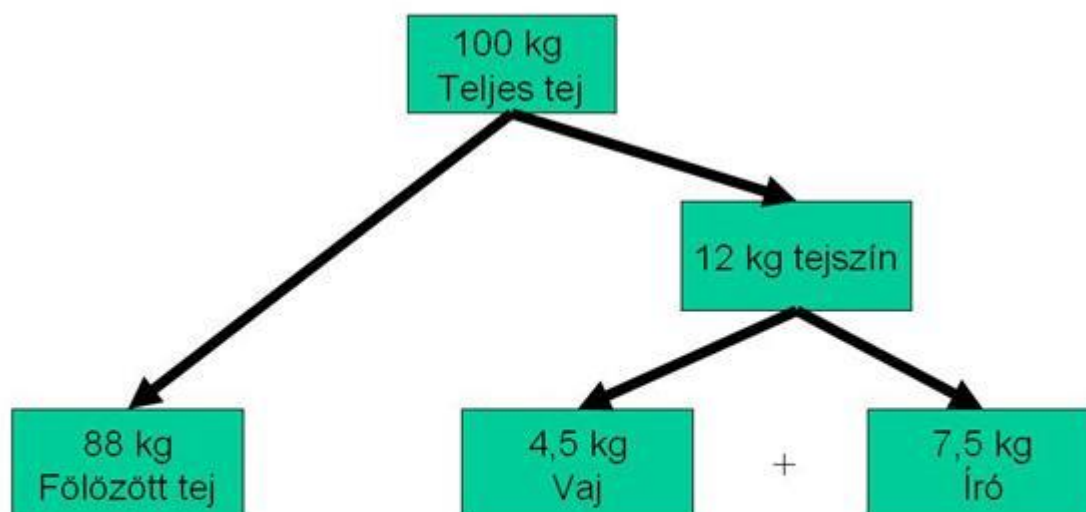
4. Az **író** a vajgyártás mellékterméke, savanykás ízű, híg, tejhez hasonló színű folyadék. Kereskedelemben általában nem kapható. (vajgyártás)

5. A **tejsavó** a túrókészítés mellékterméke, az íróhoz hasonlóan savanykás ízű, de azzal ellentétben opálisan átlátszó folyadék. (savanyú és édes; túró- és sajtgyártás)

#### 14.9. ábra - Tejipari termékek

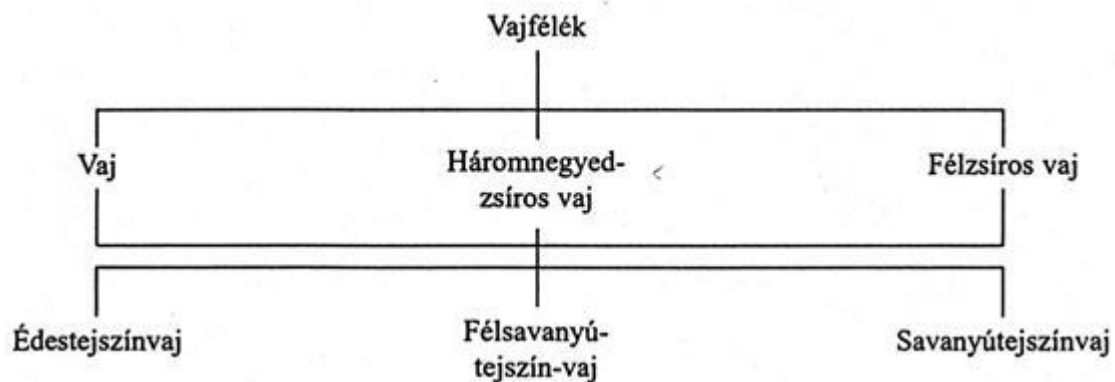


#### 14.10. ábra - 100 kg teljes tejből előállítható főlözött tej, vaj és melléktermékek



#### 100 kg teljes tejből előállítható vaj és melléktermékek

#### 14.11. ábra - Vajfélék



#### 14.12. ábra - Tej üvegben, dobozban



<http://www.poppa.hu/tejtermek>; <http://www.tejtermekgyartok.hu/>

#### 14.13. ábra - Sajtok, joghurtok



## 8. Konzervipar. Zöldségfélék és gyümölcsök konzerválása.

### 8.1. A zöldségfélék és tartósításuk termékei. Zöldségkonzervek.

Termelési értékek 2010-ben

1. Több mint egymillió tonna hazai alapanyag feldolgozása történik meg (2010)
2. 642 ezer tonna készterméket állítanak elő a gyárak
3. 204 ezer tonnát itthoni vásárolunk meg

4. 438 ezer tonnát külföldön értékesítenek

5. zöldséget, gyümölcsöt feldolgozó szakágazat összes árbevétele elérte a 230 milliárd Ft-ot

14. Táblázat. Feldolgozott zöldségfélék

|                 | Feldolgozott mennyiség (ezer tonna) |      |      |
|-----------------|-------------------------------------|------|------|
| Év              | 2002                                | 2003 | 2004 |
| Csemegeuborka   | 56                                  | 36   | <30  |
| Zöldborsó       |                                     |      | 70   |
| Csemegekukorica |                                     | 500  | 450  |
| Meggy           |                                     | 30   | <30  |
| Paradicsom      |                                     | 220  | 155  |

#### 14.14. ábra - Zöldségkonzervek. Gyümölcskonzervek Lekvások



<http://www.md.all.biz/hu/termeszetes-zoldsegkonzervek-g36662>; <http://nepmesebolt.hu/hu/termekeink/lekvarak>

## 8.2. A gyümölcsök és tartósításuk termékei.

A **lekvár** vagy **gyümölcslé** olyan sűrű pép, amely a gyümölcscukorral, vagy cukor nélkül történő főzése által jön létre. Főleg szilvából és sárgabarackból készítik a házi lekvárt. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Lekvár>

A **dzsem** nyugat- és észak-európai eredetű. Abban különbözik a lekvártól, hogy gyümölcsdarabokat tartalmaz, nem olyan homogén mint a lekvár.

A **befőtt** sóval, cukorral, rummal, borsszel, ecettel, olajjal vagy tartósítószerrel tartósított és forralással készült élelmiszer. Többnyire gyümölcsöt főznek be. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Befőtt>

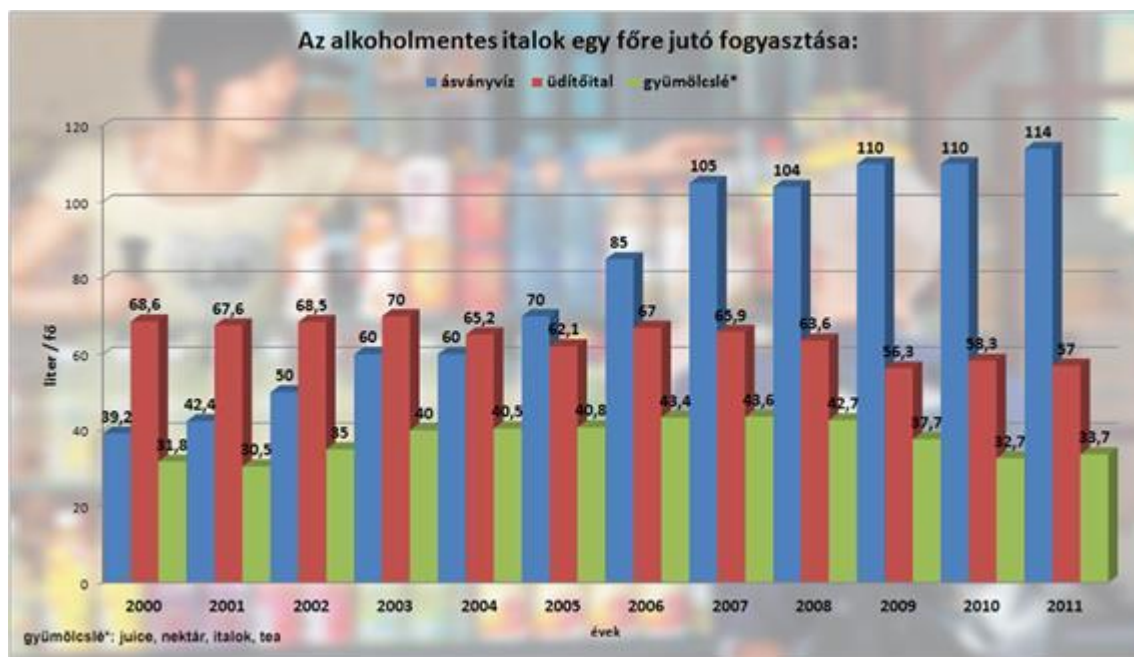
## 8.3. Üdítőitalok

**Üdítőital**nak nevezzük az alkoholmentes, gyümölcsléveket, teákat, ásványvizeket és más ízesített folyadékokat. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Üdítőital>

15. Táblázat. Alkoholmentes italok előállított éves mennyisége (millió liter)

| Termék        | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 |
|---------------|------|------|------|------|
| Ásványvíz     | 70   | 105  | 110  | 114  |
| Üdítőitalok   | 62   | 64   | 56   | 54   |
| Gyümölcslevek | 41   | 44   | 37   | 34   |

**14.15. ábra - Ásványvíz, üdítőitalok, gyümölcslevek fejenkénti fogyasztása 2000-2011 között**



<http://www.hvhbt.hu/italtermekek/kereskedelemnek/>

## 9. Hűtőipar. Hűtött, fagyasztott áruk.

<http://hu.wikipedia.org/wiki/élelmiszer-tartósítás>

### Tartósítás hőelvonással

A hőelvonásos tartósító eljárások műveleteit összefoglalóan hűtőkezelésnek nevezzük. A hűtőkezelésnek különböző formái vannak:

1. lehűtés (előhűtés)
2. hűtve tárolás (hűtőtárolás)
3. fagyasztás, gyorsfagyasztás
4. fagyasztva tárolás
5. kriogén fagyasztás és tárolás

**Hűtésről** beszélünk, ha az adott élelmiszert 0 és 8 °C között tároljuk. Ez nem akadályozza meg, csak lelassítja a romlási folyamatot, tehát nem öli meg a mikrobákat csak akadályozza azok szaporodását.

**Fagyasztásról** (<http://shelener.hu/fagyasztas.html>), valójában **gyorsfagyasztásról** beszélünk. Ha a lehűtés olyan gyorsan történik, hogy a sejtekben levő víz igen apró, homokszerű kristályokká alakul, amelyek nem



roncsolnak, ezáltal az élelmiszer felolvadás után nem lesz laza, petyhüdt, minősége nem romlik. Ugyanis, ha lassan fagy át az élelmiszer, akkor a sejtekben levő víz nagy jégkristályokká alakul, amelyek átszúrják, szétroncsolják a sejtfalat, károsítják az értékes sejtanyagot. Mind az ipari, mind a modern háztartási fagyasztógépek, fagyasztószelekték (három- és négycsillagosak) ezt az eljárást alkalmazzák.

### A hűtés módjai

<http://www.kfki.hu/chemonet/hun/food/technol/husipar/husipar1.html>

<http://www.chemonet.hu/hun/food/technol/zoldseg/zoldseg2.html>

A *hagyományos hűtést* 0-4 °C-on végzik, arra törekedve, hogy a maghőmérséklet minél hamarabb érje el a 7 °C-ot és a felületen vízszegény réteg alakuljon ki. Ügyelni kell arra, hogy a hűtött száraz felületre pára ne csapódjon le, mert ha a páralecsapódás miatt megnő a szabadvíz-tartalom, meggyorsul a baktériumok szaporodása. A felület nyálkássá válik és megindul a romlás. A hűtött húsok tárolóterébe vágásmeleg húst bevinni nem szabad.

A *gyors előhűtés* két szakaszra osztható az első szakaszban -7 °C hőmérsékletű, 3-4 m/s sebességű levegővel a felületet 3-16 óra alatt -2 °C-ra hűtik, a második szakaszban csendes hűtéssel 0 °C-on kiegyenlítődik a felület és a mag hőmérséklete 7 °C-ra. A gyors előhűtéskor a felületi réteg intenzív lehűtése csökkenti a nedvességáramlást a hús belsejéből a felületre, ezáltal csökken a hűtési veszteség.

Az *ultragyors előhűtés* három szakaszra osztható: az első szakasz -20 - -25 °C, 4-5 m/s légsebesség, 30 perc; a második szakasz -15-17 °C, 2 m/s légsebesség, 70 perc időtartam; a harmadik szakaszban csendes hűtéssel 0-2 °C-on 0,5-1,5 m/s légsebesség mellett 10 óra időtartam alatt egyenlítődik ki a felületi réteg és a mag hőmérséklete 7 °C-ra. Az intenzív hűtés következtében a felületi fagyos réteg csökkenti a hűtési veszteséget és a felületen a mikroorganizmusok elszaporodását is.

A *lassú fagyasztáskor* a húsokat -15-20 °C hőmérsékletű levegőn, gyenge légmozgás mellett fagyasztják meg. A húsokban a kristálygöcképződés lassú, kevés, de nagy jégkristály képződik. A nagy jégkristályok felsértik a sejtfalakat és felengedettkor sok lesz a sejtnedv veszteség. A sejtnedvvel értékes fehérjék és izonyagok is eltávoznak. A fagyasztás ideje a hús vastagságától függően több nap is lehet.

A *gyorsfagyasztáskor* a húsokat alacsony hőmérsékleten -30-40 °C-on intenzíven fagyasztják, a víz nagyon sok helyen egyszerre kezd megfagyni. Mire az apró kristályok megnőnének, a víz (sejtnedv) legnagyobb része már megfagyott. A sejtfal roncsolódása elmarad és visszamelegítéskor a sejtnedv veszteség minimális. A fagyasztás ideje az alkalmazott technológiától és a hús vastagságától függően 4-48 óra.

### 14.16. ábra - Gyorsfagyasztott (-25 oC-ra) zöldségek, gyümölcsök.





<http://www.halasitrans.hu/>

<http://www.hutomester.hu/hutohazak-technikai-felepitesi-reszletekben/>;

#### 14.17. ábra - Hűtőház, hűtőkamion



<http://www.hutomester.hu/tag/sokkolo/>

## 10. Szeszes italok, borok, sörök előállítása

[http://hu.wikipedia.org/wiki/Kategória:Szeszes\\_italok](http://hu.wikipedia.org/wiki/Kategória:Szeszes_italok)

### 10.1. Szeszipar

A szeszipar szakterületei

1. Finomszesz-gyártás
2. Gyümölcszesz-gyártás
3. Likőripar
4. Élesztőgyártás
5. Ecetgyártás
6. Tejsavgyártás
7. Keményítőgyártás
8. Hamuzsír-gyártás ( $K_2CO_3$  = Káliumkarbonát)

A finomszesz-gyártás alapanyagai

- *Keményítőtartalmú növények:* burgonya, rozs, rizs, zab, kukorica, burgonyatörköly
- *Cukortartalmú növények:* cukorrépa (20 % szénh.), melasz (50 % szénh.), tejsavó (5 % laktóz)
- *Inulintartalmú növények:* csicsókaszőrp (14 % csicsóka gyökér), cikória (15 % inulin)
- *Cellulóztartalmú növényi részek:* napraforgó-héj, rizs-héj, kukoricacsutka, szalma, fahulladék

A finomszesz-gyártás kész- és melléktermékei

Finomszesz:

Különleges (I. osztályú),

Itali (II. osztályú),

### Ipari (III. osztályú)

#### A szesz töményítése

- Retifikáció: ellenáramú ismételt desztilláció; alkoholban egyre dúsabb gőzök keletkeznek; rektifikáló oszlop
- Deflegmálás: részleges kondenzáltatás az etanol-víz gőzelegylehűtésével (50-70 °C); *flegma*, v. *lutter* keletkezik

#### A gyümölcs-szesz gyártás alapanyagai

- Kerti gyümölcsök: szilva, sárgabarack (magozva), cseresznye, meggy, alma, őszibarack, körte
- Vadon termő gyümölcsök: eper, boróka, kökény, bodza
- Konzervgyári selejt és vegyes gyümölcsök
- Szőlő- és borgazdasági termékek: bor, szőlőtörköly, borseprő

#### A gyümölcs-szesz gyártás késztermékei

##### **Gyümölcspálinkák:**

- Valódi pálinka vagy röviden Pálinka: Erjesztett gyümölcsök lepárlásával nyert gyümölcspárlatok hagyományos, magyar fajtája, amely csak Magyarországon termelt és termelt nemes- és vadgyümölcs, szőlő és aszúszőlő-törköly felhasználásával készíthető. Csak az a törköly- és gyümölcspárlat nevezhető pálinkának, amelyet Magyarországon cefréztek, pároltak, érleltek és palackoztak
  - Kereskedelmi pálinka (hígított finomszeszhez aromaadagolással),
  - Különleges szeszes ital (valódi gyümölcspálinka + finomszesz, v. almapárlat),
1. barack, kékszilva, vörösszilva, alma, eper, vegyes gyümölcs, (5,3 millió hektoliterfok/év)
  2. törköly (vízgőzzel, vagy víz hozzáadása után; +25 kg/100 kg borseprő, max. 35 tf%).

##### **Kétszeres lepárlás:**

1. első lepárlás után: alszesz, v. vodka (10-20 tf%)
2. második lepárlás után: 40-60 %-os pálinka

Termékek fogyasztási szesztartalma 40 tf%

#### A gyümölcs-szesz gyártás melléktermékei

- Szeszmoslék: takarmányozásra, vagy biogáz előállításra
- Törköly és seprő: borkősav és borseprőolaj alapanyagai
- Szőlőmag: olaj-előállításra Hidegen préselés; 5-20 % hozam; telítetlen linolsav észtere 50-60 %; olaj-, linolén-, palmitin-, sztearinsav észterek; könnyű szerkezetű, jól felszívódik a bőrbe; más zsíros olajokkal jól társítható, bőr- és testápoló alapolaj. Értékes táplálék-kiegészítő polifenol, oligomer proantocianidin és bioflavonoid tartalma miatt. A szőlőmag-őrlemény antioxidáns táplálék-kiegészítő.

#### A likőripar késztermékei

Brandyk: borpárlat, 94,8% (V/V) párlat (max. 50%). Élvezeti értéküket a borpárlat és a kiegészítő anyagok minősége, az érlelés időtartama (min. 1 év) és körülményei határozzák meg. Francia módszer a konyakoknál 10-12 éves érlelés. (Átlagos minőségük 2-3 évig érlelődnek. Illóolaj max. 125 g/hl; metilalkohol tart max. 200 g/hl.

Rumok: a nádmelasz spontán alkoholos, vajsavas és egyéb erjedése utáni párlat. Könnyű brandy-szerű (bagaria típusú angol és kubai rum), erős rum (Martinique); esetleg vanília, vagy telt zamatú, ananász kiegészítő ízzel

(jamaikai rum) Hazánkban rumaromájú szeszes italokat gyártanak finomszeszből, szintetikus eszenciákból, festékekből és vanilinból.

Égetett szeszes italok gabonafélékből

Arrak; Gin (boróka);

Whisky (árpa, gabona, kettő keveréke);

Vodka (finomított gabona, v. burgonyaszesz);

Aquavit (kömény);

Tequila (Agave tequilana);

Ecettípusok, Az ecetgyártás alap-, adalékanyagai

Ételecet: Mezőgazdasági eredetű finomszeszből (etil-alkohol) ecetes fermentációval, biológiai úton előállított termék.

Borecet: A szőlőbor ecetes fermentációjával előállított termék.

Gyümölcsborecet: Különböző gyümölcsök borából (a szőlőbor kivételével) ecetes fermentációval előállított termék.

Ízesített ecet: Ecetből (ételecet, borecet, gyümölcsborecet) ízesítőanyagok és/vagy növényi kivonatok és/vagy engedélyezett adalékanyagok hozzáadásával előállított termék.

Alapanyagok

1.

- a. Finomszesz (mezőgazdasági nyersanyagból fermentációval előállított, rektifikált alkohol)
- b. Nyersszesz (egyszeri párlat). Kozmaolaj-tartalma 1,4% alatt legyen, metilalkoholt nem tartalmazhat.
- c. Szőlőbor, gyümölcsbor (bogyós, egyéb gyümölcs)

Adalékanyagok:

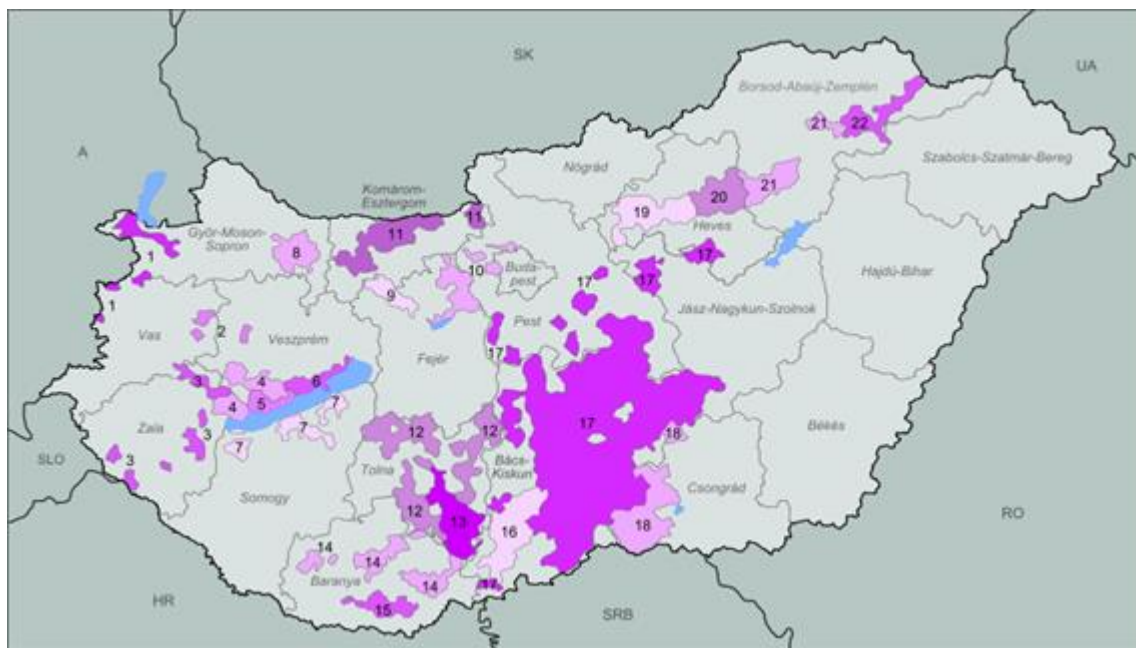
1.

- a. Szerves tápanyagok (maláta sűrítmény, cukoroldat, kukoricaekvár),
- b. Szervetlen tápanyagok (K-, Na-, ammónium-foszfát)
- c. Gyümölcs- és zöldségfélék, gyümöcslé, gyümölcs sűrítmény
- d. Fűszernövények (friss vagy szárított állapotban)
- e. Fűszernövények kivonatai, cukor, méz, konyhasó, illóolajok, aromák

## 10.2. Boripar

**A bor** ([http://hu.wikipedia.org/wiki/Bor\\_\(ital\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/Bor_(ital))) szőlőből, (esetenként egyéb gyümölcsből), készül, alkoholtartalmú ital. A szőlőszemekből kipréselt must alkoholos erjedésével készül. Magyarországon 22 borvidék van (<http://www.nora-aarau.ch/hu/bor.php>), mivel ökológiailag teljesen egységes területeket is több borvidékre bontottak. A Kárpát-medence a hűvöset inkább kedvelő fehér fajtáknak kedvez, az ágazat egyre versenyképesebb vörösöket is termeszt.

### 14.18. ábra - Borvidékek



[http://hu.wikipedia.org/wiki/Bor\\_\(ital\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/Bor_(ital)): 1 Sopron, 2 Nagy-Somló, 3 Zala, 4 Balaton-felvidék, 5 Badacsony, 6 Balatonfüred-Csopak, 7 Balatonboglár, 8 Pannónhalma, 9 Mór, 10 Etyek-Budai, 11 Ászár-Neszmély, 12 Tolna, 13 Szekszárd, 14 Pécs-Mecsekalja, 15 Villány, 16 Hajós-Baja, 17 Kunság, 18 Csongrád, 19 Mátra, 20 Eger, 21 Bükk, 22 Tokaj-Hegyalja

Alkoholképződés a must forrása során:

**Szőlőcukor**  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow$  **etil-alkohol**  $2 C_2H_5OH$  + **széndioxid**  $2 CO_2$

Borok, borkészítmények: (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kategória:Bor> )

A **kizárólag szőlőből készült borokhoz** csak engedélyezett adalékanyagokat szabad hozzáadni. Termékek:

- Természetes bor
- Likőrbor
- Szénsavas bor

A **likőrborok** adalékanyagokat is tartalmaznak.

**Csemegebor:** átlagos minőségű borból és sűrített mustból, valamint borpárlatból készül, színezéséhez karamellt használnak

**Vermut:** növényi eredetű fűszerek (fahéj, szegfűszeg, ánizs, vanília, mustármag)

**Fűszerezett bor:** répacukrot, aromák, borjellege végképp eltűnik (pl. Martini és Campari)

16. Táblázat. A bor alapanyagának alkotórészei

| Gyümölcs megnevezése | Kipréselt lé (%) | Cukortartalom (%) | Savtartalom (%) |
|----------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Szőlő                | 70-75            | 18                | 8               |
| Megye                | 55-60            | 8                 | 16              |

**Bor lépcsőzetes tisztítása:** Fejtés, szeparálás, derítés, szűrés



Fejtés: bor szellőztetése, a fejtés idejének meghatározása, dekantálás (seprőről leválasztani). Egyes technológiai műveletek is fejtéssel járnak (szállítás, házassítás, derítés, palackozás)

Szeperálás: Centrifugálás: élesztők eltávolítása, erjedés lassítása. Zavarosító anyagok eltávolítása, jobb tartály kihasználás, derítésnél ülepedési idő csökkentése, oxigénfelvétel.

#### 14.19. ábra - Bor tárolása pincében tölgyfahordókban, nagyüzemekben hűtött rozsdamentes acéltartályokban.



[http://bor.network.hu/kepek/boros\\_hordo/boros\\_hordo\\_5](http://bor.network.hu/kepek/boros_hordo/boros_hordo_5)

17. Táblázat. Éves termelés (2011) (millió liter/év) Egy főre eső éves fogyasztás (liter/év)

|     | Millió liter/év | liter/év | Honlap<br>2011                                                                                                                                    |
|-----|-----------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bor | 280             | 28       | <a href="http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn005.html">http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn005.html</a>         |
| Sör | 750             | 75       | <a href="http://hu.wikipedia.org/wiki/A_sörfogyasztás_országokénti_listája">http://hu.wikipedia.org/wiki/A_sörfogyasztás_országokénti_listája</a> |

### 10.3. Söripar

A **sör**. (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Sör>)malátából, valamint bizonyos pótanyagokból vízzel cefrézett, komlóval, illetve egyéb engedélyezett anyagokkal ízesített, sörélesztővel erjesztett, szén-dioxidban dús, általában alkoholtartalmú ital. A bajor sörtisztasági törvény (1516) szerint sörkészítéshez a következő négy alapanyag megengedett: **maláta, komló, élesztő és víz**.

A **malátát árpából készítik**. A zöld maláta nagy víztartalma folytán romlandó, ezért ezt szárítják, aszalják. A végső aszalási hőmérséklet a pilseni típusú malátáknál 66-88 °C, a bécsi típusúnál 88-100 °C, a bajor típusúnál pedig 94-112 °C. Az aszalt maláta előkészítése a csíráztatás és a fénnyezés, és így kerül a **cefréző kádba**.

A tényleges **sörfőzés során** Közép-Európában a **dekokációs** eljárást alkalmazzák, amely esetén a malátaörleményt nagy cefréző kádban langyos vízzel keverik, és a keverék 1/3 részét főzőüstbe eresztik. Ezt a részletet itt fokozatosan forrásig melegítik, majd egy ideig forralják, aztán visszaszivattyúzzák a keverék többi részéhez a cefréző kádba. Ettől a cefre 50-55 °C-ra melegszik. Ugyanezt az eljárást még kétszer megismétlik, amire a cefre 62 °C-ra, majd 75 °C-ra melegszik fel. Ezután addig keverik a cefrét, míg a **keményítő elcukrosodása befejeződik**.

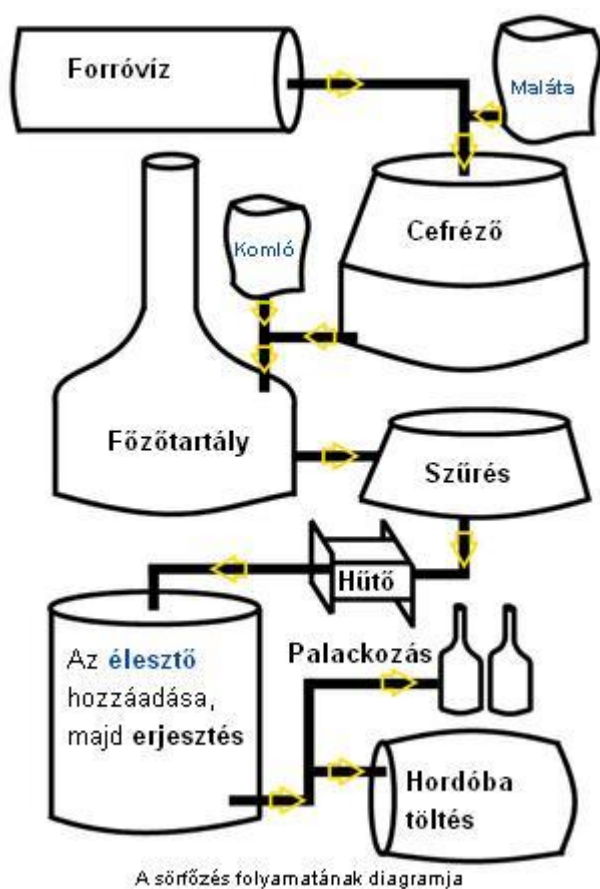
A sörfőzést a **főzőtartályokban** végzik, hozzáadva a cefréhez a komlót. A **komló** értékes anyagokat: illóolaj, gyanta, csersav és más keserű anyagokat tartalmaz. Az illóolaj és a keserű anyag zamatot, ízt ad, a gyanta pedig antiszeptikus hatású, különösen a tejsavas és rothasztó baktériumok fejlődését gátolja. A **komlóval való főzés** célja a fehérjék kicsapása, a sörlé töményítése és sterilizálása.

Ezt követően az **erjesztésre** kerül a sor, ami mesterségesen hűtött helyiségben történik, hogy ezzel is gátolják a káros baktériumok elszaporodását. Az erjesztés két nem élesen elkülöníthető részre osztható: **főerjedésre** és

**utóerjedésre.** Az alsóerjesztésű élesztővel készülő sört 5-9 °C, a felsőerjesztésű élesztővel készülő sört 10-25 °C között erjesztik. Eközben hektoliterenként 0,4-0,5 liter sűrű élesztőpéppel keverik a sörlevet. Az erjesztésre használt, akár **több ezer hektoliter** nagyságú erjesztő edényeket fából, fémből, paraffinozott betonból készítik. Ezekben a lehűtött és élesztővel kevert sörle erjedni kezd és vastag, sűrű hab borítja felületét. 4-7 nap múlva a hab összeesik, felszíne a komlógyantától megbarnul, ez jelzi, hogy a **főerjedés** túl van a tetőpontján.

Az élesztő-üledék középső rétege az ún. „magélesztő”. Ezt elkülönítve, jeges vízzel mossák és ezzel oltják be a következő főzés friss sörlevét. A **főerjedés** után lefejtett sör **ászokolása (utóerjedése)** és ezzel az érése az **ászok pincében** történik. Ezeket a pincéket állandóan 0 °C-on tartják, ahol a sör nagy, belül fehér szurokkal bevont fahordókban vagy fémtartályokban áll és hosszadalmas utóerjedésen megy át. A 2-5 hónapos ászokolás alatt lezajlik az utóerjedés, a sör megtisztul és szén-dioxiddal telítődik, kialakul habszerkezete és jellegzetes íz harmóniája. A palackozott sört 60-70°C-on rendszeren pasztörözik, hogy tartósabb legyen.

#### 14.20. ábra - A sörfőzés folyamatának sémája



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Sör>

Magyarországon forgalmazott sörök (csak a legismertebbek):

- **Borsodi Sörgyár Zrt.:** Borsodi Világos, Löwenbräu, Stella Artois, Beck's;
- **Heineken Hungária Sörgyárak Zrt.** Soproni 1895, Soproni Fekete Démon, Heineken, Gösser, Amstel, Kaiser, Zlaty Bazant, Steffl Bier, Schlossgold, Buckler,
- **Dreher Sörgyárak Zrt.** Dreher Classic, Arany Ászok, Kőbányai, Balatoni Világos, Hofbräu,
- **Pécsi Sörfőzde Zrt.** Szalon Világos, Radler, Gold Fassl, Ottakringer,

## 11. Fűszerek és koffeintartalmú élvezeti szerek, dohányipar termékei.

### 11.1. Fűszerek.

A fűszerek (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Fűszer> ) mindazon növényekből, gombákból, állatokból vagy ásványokból nyert anyagok, amelyeket hatóanyagaik (illat-, íz-, zamat-, szín- és tartósítóanyagok) miatt ételeink elkészítéséhez, tartósításához felhasználunk. A fűszerek nagy többsége növényi eredetű; a zömmel fűszernek termesztett/használt növények a fűszernövények.

A fűszerek csoportosítása

([http://hu.wikipedia.org/wiki/Fűszerek\\_listája](http://hu.wikipedia.org/wiki/Fűszerek_listája))

Levélfűszerek

Termésfűszerek

Virágfűszerek

A fűszerek fő hatóanyagai

Alkaloidok

Ásványi anyagok

Cserzőanyagok – növényi csersavak

Keserű anyagok [

Növényi festékanyagok

Illóolajok

Glikozidok

Szerves savak

Vitaminok

Szénhidrátok

Zsírok, zsíros olajok

**14.21. ábra - Kotányi fűszerek sokasága egy bevásárló központ polcain**



<http://fuszereslelek.blog.hu/2008/02/18/kotanyi>

## 11.2. Kávé.

A kávé (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Káv%C3%A9>) a *kávécserje* nevű örökzöld növény termésének, a *kávébabnak* a feldolgozott magja, az ebből készített kesernyős ízű, élénkítő hatású italt kávénak nevezzük, amelynek fő hatóanyaga a koffein.

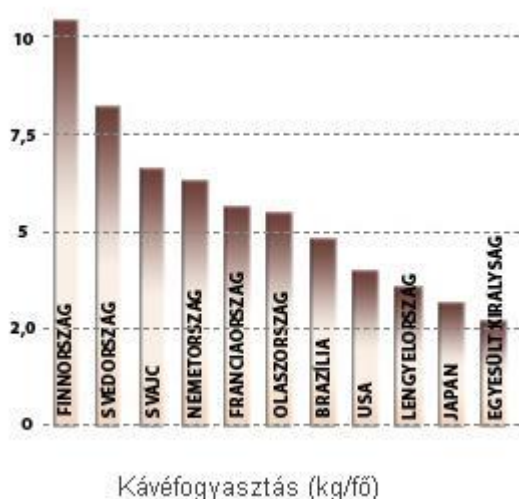
A kávészemek szüretelését kézzel végzik, mert csak a piros, érett magokat lehet leszedni. Ezután a termőhelytől függően száraz vagy nedves eljárással azonnal tisztítják

A nedves eljárás során a kávébabot és a gyümölcshúst gépekkel elválasztják egymástól, majd a babot egy speciális folyadékban áztatják és mossák. Ezután elég 10-14 napi szárítás. A kávé mindkét esetben további tisztításnak, válogatásnak vetik alá, és ezután szállítják el. A feldolgozás utolsó fázisa a pörkölés, amelyet folyamatosan emelkedő hőfokon végeznek. Utána derül ki, milyen minőségű a kávé, milyen íz- és illatanyagokkal rendelkezik.

Az **Arabica fajta** nagy magasságban, kb. 1000-2000 m-en terem meg a trópusi égöv vulkánikus talajú, hegyvidéki tájain. Az arabica kávészemek kevesebb savat is tartalmaznak, hosszan megmaradó, karamelles utóízükért kedvelik. Az arabica kávécsereje érzékenyebb a környezeti körülményekre, babkávéja emiatt is drágább, mint a robusztáé.

A **robuszta kávécsereje** sokkal igénytelenebb és alacsonyabb magasságon is megterem, valamint az arabicához mérten több termést hoz. Az olcsó áruházi kávékínálat döntő többsége kizárólag robuszta kávéból áll, azonban nem szabad leminősíteni, hiszen más fajtával keverve kiváló kávé íz hozható létre.

### 14.22. ábra - A kávéfogyasztás éves mennyisége országoként



### 11.3. Cigaretta

A **cigaretta** (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Cigaretta>) a dohánytermékek közé tartozó élvezeti cikk. A cigaretta (franciául 'kis szivar', 'szivarka') vékony papírhengerrel burkolt, kis tekercsnyi finom szálakra vágott dohány. Legtöbbször szűrőt (filtert) is tartalmaz, mely a belélegzett cigarettafüst káros anyagait hivatott kiszűrni. Kultúrája igen népszerű, annak ellenére, hogy bizonyítottan ártalmas az egészségre. Elsődleges pszichoaktív kémiai alkotója a **nikotin**, amely függőséget okoz. A cigarettázás elleni felvilágosítás, erőfeszítések eredménytelenségét jellemzi, hogy a magyar lakosság 20 %-a, azaz minden ötödik ember, bizonyíthatóan a dohányzás következményeként hal meg.

A **dohány** burgonyafélék (Solanaceae) családjába tartozó fűvek és cserjék nemzetsége (*Nicotiana*). 2000. évi adatok szerint a világon mintegy 1,22 milliárd ember dohányzik. Az Egészségügyi Világszervezet 2004-es jelentése szerint a világon évente bekövetkező 58,8 millió halálesetből 5,4 millió függ össze a dohányzással.

**14.23. ábra - Egy doboz cigaretta fogyasztói árának növekedése Magyarországon 1996-2011 között**





<http://www.nograd24.hu/egydobozcigarettafogyasztoiaramagyarorszagon>

## 11.4. Szeszes italok, kávé, tea, dohány fogyasztása Magyarországon 1970-2010

[http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_hosszu/elm13.html](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/elm13.html)

18. Táblázat. Égetett szeszes italok, szeszes italok összesen, kávé, tea, dohány fogyasztása Magyarországon 1970-2010 között (KSH)

|      | Égetett szeszes italok hazai fogyasztása | Egy főre jutó fogyasztás |      |     |        |     |
|------|------------------------------------------|--------------------------|------|-----|--------|-----|
|      | égetett szeszes italok                   | szeszes italok összesen  | kávé | tea | dohány |     |
|      | ezer abszolút liter                      | abszolút liter           |      | kg  | dkg    | kg  |
| 1970 | 27 944,0                                 | 2,7                      | 9,1  | 1,6 | 7,2    | 2,2 |
| 1975 | 38 055,0                                 | 3,6                      | 10,1 | 2,6 | 8,1    | 2,3 |
| 1980 | 49 741,0                                 | 4,7                      | 11,7 | 2,9 | 10,1   | 2,4 |
| 1990 | 44 004,0                                 | 4,3                      | 11,1 | 2,6 | 13,5   | 2,0 |
| 1995 | 35 000,0                                 | 3,4                      | 9,9  | 2,3 | 15,8   | 1,5 |

|      |          |     |      |     |      |     |
|------|----------|-----|------|-----|------|-----|
| 2000 | 32 457,0 | 3,2 | 10,0 | 2,8 | 20,3 | 1,5 |
| 2005 | 35 400,0 | 3,5 | 11,0 | 2,7 | 27,7 | 1,4 |
| 2009 | 34 598,0 | 3,4 | 9,8  | 2,5 | 25,2 | 1,6 |
| 2010 | 31 418,0 | 3,1 | 9,2  | 2,3 | 22,7 | 1,4 |

## 12. Kérdések

14.1. Fogalmazza meg, mivel foglalkozik az élelmiszeripar!

14.2. Sorolja fel az élelmiszeripari technológiák ágazatait!

14.3. A malomipar milyen termékek feldolgozását végzi?

14.4. Mi az a fehér liszt?

14.5. Milyen alapvető változást eredményezett Ganz Ábrahám és Mechwart András fejlesztő tevékenysége a hengersizéssel a világ gabona feldolgozásában?

14.6. Milyen jelentős gazdasági struktúraváltást eredményezett a gőzmalom?

14.7. Ismertesse vázlatosan a hengersizéket!

14.8. Mi az a teljes kiőrlésű liszt, miben különbözik táplálkozás étletan szempontjából a fehér lisztől?

14.9. Sorolja fel a gabonaipar alapanyagait!

14.10. Sorolja fel a gabonafeldolgozó-ipar termékeit!

14.11. Mely növények magjainál alkalmaznak hántolást?

14.12. Sorolja fel a sütőipar termékeit! Mik az alapanyagok?

14.13. Sorolja fel a térsztaipar termékeit! Mik az alapanyagok?

14.14. Ismertesse a cukor felhasználás történetét! Mikor és milyen módon kezdtek el Európában répából cukrot előállítani?

14.15. Sorolja fel milyen cukrokat különböztetünk meg kémiaiilag, és ezek mely növényekből vonhatók ki?

14.16. Sorolja fel a cukorrépából történő cukor kivonás, előállítás főbb lépéseit!

14.17. Ismertesse a kilúgozás szerepét a cukorgyártásban!

14.18. Ismertesse a meszezési eljárás szerepét a cukorgyártásban! Hogyan távolítják el a meszet?

14.19. Ismertesse a bepárlás szerepét a cukorgyártásban!

14.20. Mik a főbb lépések a sűrűlé kifőzése során?

14.21. Milyen fizikai feltételek mellett történik a cukor kikristályosodása?

14.22. Sorolja fel a cukoripar késztermékeit!

14.23. Sorolja fel a cukoripar melléktermékeit!

14.24. Soroljon fel édesipari termékeket és adja meg előállításuk módjait!

14.25. Milyen étolajokat különböztet meg előállítási technológia alapján?

- 14.26. Ismertesse a margarin előállítás legfontosabb szempontjait!
- 14.27. Milyen kapacitásúak napjainkban a vágóhidak?
- 14.28. Sorolja fel a nagyüzemileg alkalmazott tartósítási eljárásokat vágott hús esetében!
- 14.29. Sorolja fel a füstölési módokat és az így előállított termékeket!
- 14.30. Soroljon fel húskészítményeket!
- 14.31. Milyen állatok tejét fogyasztja az ember közvetlenül, és feldolgozás után?
- 14.32. Soroljon fel tejkészítményeket! Jellemezze azokat!
- 14.33. Soroljon fel tejtermékeket és melléktermékeket! Jellemezze azokat!
- 14.34. Adja meg, hogy 100 kg teljes tejből mennyi vaj és melléktermék állítható elő!
- 14.35. Sorolja fel a gyümölcsökből tartósítással készíthető termékeket!
- 14.36. Ismertesse, hogyan alakul Magyarországon az ásványvizek, az üdítőitalok és a gyümölcslevek fogyasztása 2005-2011 között!
- 14.37. Ismertesse a hőelvonásos tartósító eljárások, hűtőkezelésnek különböző formáit!
- 14.38. Mi történik a gyorsfagyasztás során a zöldséggel, gyümölccsel?
- 14.39. Ismertesse a hűtve tárolás és szállítás technikai eszközeit!
- 14.40. Sorolja fel a szeszipar szakterületeit!
- 14.41. Sorolja fel a finomszesz-gyártás alapanyagait!
- 14.42. Mik a gyümölcs-szesz-gyártás alapanyagai?
- 14.43. Mik a gyümölcs-szesz-gyártás késztermékei és melléktermékei?
- 14.44. Mik az ecetgyártás alapanyagai?
- 14.45. Soroljon fel magyarországi borvidékeket!
- 14.46. Ismertesse a bor lépcsőzetes előállításának (tisztításának) lépéseit!
- 14.47. Mennyi Magyarországon borból és sörből az éves termelés és az egy főre eső fogyasztás?
- 14.48. Ismertesse a sörkészítéshez szükséges alapanyagokat!
- 14.49. Ismertesse a sörkészítés általános technológiai lépéseit!
- 14.50. Ismertesse a Magyarországon forgalmazott legismertebb söröket!
- 14.51. Milyen főbb csoportjait különbözteti meg a fűszereknek?
- 14.52. Milyen két fő fajtáját különbözteti meg a kávécserjéknek? Jellemezze azokat!
- 14.53. Milyen hatóanyag fordul elő a dohányban, amely a függőséget kialakítja, mi ennek a mechanizmusa?
- 14.54. Hogyan alakult az egy főre eső fogyasztás Magyarországon égetett szeszesitalból, szeszesitalokból, kávéból és cigarettából 1970-től 2010-ig?

## 13. Tesztek

### 14.1. A malomipar milyen termékek feldolgozását végzi?

14.1.a. A malomiparba tartozik mindenféle magtermés őrlő berendezésekkel történő feldolgozása

14.1.b. A malomipar a liszt élelmezésre történő előállítását végzi.

14.1.c. A malomipar a gabonafélék élelmiszer irányú feldolgozását végzi.

#### **14.2. Mi az a fehérliszt?**

14.2.a. A fehér liszt olyan gabona örlemény, melynél őrlés során tisztítják az örleményt és így nyeri el a fehér színt

14.2.b. A fehér liszt olyan gabona örlemény, melynél a gabona magjából csak a keményítő marad meg.

14.2.c. A fehér liszt olyan gabona örlemény, melynél a barna keményítő részt a benne hagyott, 4 % cukor teszi fehérré.

#### **14.3. Milyen jelentős gazdasági struktúraváltást eredményezett a gőzmalom?**

14.3.a. Mivel a gőzmalom gőzt termelt, ezért a fűtés miatt a városokban kellett telepíteni

14.3.b. Mivel a gőzmalom szénnel működött, amit vasúton szállítottak, legelőbb a vasútvonalak mellett jöttek létre nagy malmok, gyakran városokban (ellentétben a korábbi szélmalomok elhelyezkedéséhez képest).

14.3.c. Mivel a gőzmalom szénnel működött, amit vasúton szállítottak, legelőbb a bányák közelében jöttek létre nagy malmok.

#### **14.4. Ismertesse vázlatosan a hengerszéket!**

14.4.a. A hengerszékekben sok (3-5) henger között „folyik” le a gabonamag, közben a dörzsölés hatására megőrlik.

14.4.b. A hengerszékben egymással szemben különböző sebességgel megforgatott rovátkolt, fémhengerek helyezkednek el, ezek végzik az őrlést

14.4.c. A hengerszék, székszerű konstrukció, amely a gabona őrlését szolgálja.

#### **14.5. Mikor és milyen módon kezdtek el Európában répából cukrot előállítani?**

14.5.a. Egy berlini gyógyszerész 1740-es évek végén megállapította, hogy a burgundi répa édes ízét a nádcukor okozza. Tanítványa 1802-ben nyitotta meg az első répacukorgyárat Sziléziában.

14.5.b. Egy berlini gyógyszerész 1790-es évek végén megállapította, hogy a burgundi répa édes ízét a nádcukor okozza. Tanítványa 1802-ben nyitotta meg az első répacukorgyárat Sziléziában.

14.5.c. Egy berlini gyógyszerész 1790-es évek végén megállapította, hogy a burgundi répa édes ízét a nádcukor okozza. Tanítványa 1802-ben nyitotta meg az első répacukorgyárat Berlinben.

#### **14.6. Milyen cukrokat különböztetünk meg kémiaiilag, mely növényekből vonhatók ki ezek?**

14.6.a. A kristálycukrok lehetnek monoszaharidok (szőlő, gyümölcsök) és diszacharidok (cukornád, cukorrépa).

14.6.b. A szőlőcukor (glükóz) szőlőből, a gyümölcscukor (fruktóz) gyümölcsökből, a nádcukor cukornádból és cukorrépából vonható ki.

14.6.c. A cukrokat két területről nyerjük a cukornádból (*Saccharum officinarum*) és a cukorrépából (*Beta maritima* var. *saccharifera*)

#### **14.7. Sorolja fel a cukoripar késztermékeit!**

14.7.a. A cukoripar késztermékei a kristálycukor, a kockacukor és a porcukor.

14.7.b. A cukoripar késztermékei a finomcukor, a barnacukor és a kristálycukor.

14.7.c. A cukoripar késztermékei a kristálycukor és a porcukor.

**14.8. Milyen étolajokat különböztet meg előállítási technológia alapján?**

14.8.a. Az előállítási technológia alapján megkülönböztetünk napraforgó étolajat, repce étolajat és olívaolajat.

14.8.b. Az előállítási technológia alapján megkülönböztetünk hidegen sajtolt étolajat, melegen sajtolt étolajat és extraszűz étolajat.

14.8.c. Az előállítási technológia alapján megkülönböztetünk szűz étolajat, hidegen sajtolt étolajat és finomított étolajat

**14.9. Mik a modern margarin előállítás legfontosabb szempontjai?**

14.9.a. A zsírtartalma 40 % alatt legyen, ne alkalmazzanak hidrogénezést, ne legyen benne állati eredetű összetevő,

14.9.b. A zsírtartalma 20-80 % között legyen, jól lehessen kenni és kalóriatartalma alacsony legyen.

14.9.c. Ne alkalmazzanak hidrogénezést, ezért telítetlen nyíltszénláncú vegyületek legyenek benne, amiktől alacsony legyen a koleszterin szintje.

**14.10. Sorolja fel a nagyüzemileg alkalmazott tartósítási eljárásokat vágott hús esetében!**

14.10.a. A vágott húsnál nagyüzemileg alkalmazott tartósítási eljárásokat két csoportra osztjuk: fizikai és kémiai eljárások

14.10.b. A vágott húsnál nagyüzemileg alkalmazott tartósítási eljárásokat négy csoportra osztjuk: hőkezelés, hőelvonás, nedvességtartalom-csökkentés és besugárzás

14.10.c. A vágott húsnál nagyüzemileg alkalmazott tartósítási eljárásokat négy csoportra osztjuk: sózás, pácolás, füstölés, kémiai tartósító szerek hozzáadása.

**14.11. Milyen állat tejét fogyasztja az ember közvetlenül, és feldolgozás után?**

14.11.a. Az ember közvetlenül, és feldolgozás után a következő állatoknak a tejét fogyasztja: szarvasmarha, juh, kecske.

14.11.b. Az ember közvetlenül, és feldolgozás után a következő állatoknak a tejét fogyasztja: szarvasmarha, juh, kecske, bivaly, szamár, lókanca, tevé.

14.11.c. Az ember közvetlenül, és feldolgozás után a következő állatoknak a tejét fogyasztja: szarvasmarha, juh, kecske, sertés, bivaly, szamár, lókanca, tevé,

**14.12. Ismertesse a sörkészítéshez szükséges alapanyagokat!**

14.12.a. A sörkészítéshez szükséges alapanyagok a következők: árpa, cefre, élesztő és víz.

14.12.b. A sörkészítéshez szükséges alapanyagok a következők: maláta, komló, élesztő és víz.

14.12.c. A sörkészítéshez szükséges alapanyagok a következők: árpa, cefre, komló és élesztő.

**14. Megoldáskód a 14-es témához**

|      |   |      |   |      |   |       |   |
|------|---|------|---|------|---|-------|---|
| 14.1 | c | 14.4 | b | 14.7 | a | 14.10 | a |
| 14.2 | b | 14.5 | a | 14.8 | c | 14.11 | b |
| 14.3 | b | 14.6 | b | 14.9 | a | 14.12 | b |

**15. Hivatkozások**



- [14.1]Élelmiszeripar <http://hu.wikipedia.org/wiki/élelmiszeripar>
- [14.2]E-számok jegyzéke <http://hu.wikipedia.org/wiki/E-számok>
- [14.3]Malomipar <http://hu.wikipedia.org/wiki/Kategória:Malomipar>
- [14.4]Hengerszék, egymással szemben forgó hengerek <http://hu.wikipedia.org/wiki/Hengerszék> (Lásd: 335)
- [14.5]Búza <http://hu.wikipedia.org/wiki/Búza>
- [14.6]Rozs <http://hu.wikipedia.org/wiki/Rozs>
- [14.7]Gabonafeldolgozó-ipar termékei [http://gabona.lap.hu/gabonafeldolgozo\\_ipar/11287626](http://gabona.lap.hu/gabonafeldolgozo_ipar/11287626)
- [14.8]Sütőipari termékek Szárasztészták, sütőipari termékek.
- [14.9]Cukoripar. Cukorrépa feldolgozása. <http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/eloado/kemia/cukor.html>
- [14.10]Cukorgyártás <http://hu.wikipedia.org/wiki/Cukorgyártás>
- [14.11]Édesipar. Édességek Az édesipari termékek és csoportosítása. A kakaó és csokoládéáru.
- [14.12]Húsipar <http://www.chemonet.hu/hun/food/technol/husipar/husipar.html>
- [14.13]Sertésvágóhíd hűtő terméi. Szarvasmarha vágás futó pályái. [http://agrarszektor.hu/hir/2359/csucsvagohid\\_epulhet\\_pecs\\_kornyeken.html](http://agrarszektor.hu/hir/2359/csucsvagohid_epulhet_pecs_kornyeken.html) (Lásd: 339.)
- [14.14]Csirke, kacsá feldolgozását biztosító gépsorok <http://www.sampo.hu/baromfiuzemek-palyai-szallito-berendezesei/> (Lásd: 340)
- [14.15]Húskonzervek <http://www.kz.all.biz.hu/huskonzervek-g33554> (Lásd: 342)
- [14.16]Tejipar. Tejfeldolgozás, tejtermékek <http://hu.wikipedia.org/wiki/Tej>
- [14.17]Tej, tejtermékek [www.mtk.nyme.hu/~food/int-hu/tej/szov/letoltes/10\\_Eloadas.ppt](http://www.mtk.nyme.hu/~food/int-hu/tej/szov/letoltes/10_Eloadas.ppt)
- [14.18]12. ábra. Tejtermékek csomagolása. Tej üvegben, dobozban <http://www.poppa.hu/tejtermekesek;http://www.tejtermekgyartok.hu/> (Lásd: 346)
- [14.19]Zöldségkonzervek. Gyümölcskonzervek Lekvások [http://www.md.all.biz/hu/termeszetes-zoldsegekonzervek-g36662](http://www.md.all.biz.hu/termeszetes-zoldsegekonzervek-g36662); (Lásd: 348) <http://nepamesebolt.hu/hu/termekeink/lekvarak>
- [14.15]Lekvások <http://hu.wikipedia.org/wiki/Lekvár>
- [14.16]Befőttek <http://hu.wikipedia.org/wiki/Befőtt>
- [14.17]Üdítőitalok <http://hu.wikipedia.org/wiki/Üdítőital>
- [14.18]Ásványvíz, üdítőitalok, gyümölcslevek fejenkénti fogyasztása 2000-2011 között <http://www.hvhbt.hu/italtermekek/kereskedelemnek/> (Lásd: 349)
- [14.19]Hűtőipar. Hűtött, fagyasztott áruk <http://hu.wikipedia.org/wiki/élelmiszer-tartósítás>
- [14.20]Fagyasztásról (<http://shelener.hu/fagyasztas.html>)
- [14.21]hűtés módjai <http://www.kfki.hu/chemonet/hun/food/technol/husipar/husipar1.html;http://www.chemonet.hu/hun/food/technol/zoldseg/zoldseg2.html>
- [14.22]Gyorsfagyasztás <http://www.hutomester.hu/hutohazak-technikai-felepitesi-reszletekben/> (Lásd: 350)
- [14.23]Hűtőház, hűtőkamion <http://www.hutomester.hu/tag/sokkolo/> (Lásd: 351)
- [14.24]Szeszes italok [http://hu.wikipedia.org/wiki/Kategória:Szeszes\\_italok](http://hu.wikipedia.org/wiki/Kategória:Szeszes_italok)

- [14.25]Boripar, borvidékek [http://hu.wikipedia.org/wiki/Bor\\_\(ital\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/Bor_(ital)); <http://www.nora-aarau.ch/hu/bor.php>;
- [14.26]Borok, borkészítmények: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Kategória:Bor>
- [14.27]Borok tárolása pincében, acéltartályokban. [http://bor.network.hu/kepek/boros\\_hordo/boros\\_hordo\\_5](http://bor.network.hu/kepek/boros_hordo/boros_hordo_5)
- [14.28]Söripar <http://hu.wikipedia.org/wiki/Sör>
- [14.29]Éves borfogyasztás (2011) [http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_omn005.html](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omn005.html)
- [14.30]Éves Sörfogyasztás (2011) [http://hu.wikipedia.org/wiki/A\\_sörfogyasztás\\_országokénti\\_listája](http://hu.wikipedia.org/wiki/A_sörfogyasztás_országokénti_listája)
- [14.31]Sörfőzés folyamatának sémája. <http://hu.wikipedia.org/wiki/Sör> (Lásd: 354)
- [14.32]Fűszerek és történetük <http://hu.wikipedia.org/wiki/Fűszer>
- [14.33]Fűszerek listája [http://hu.wikipedia.org/wiki/Fűszerek\\_listája](http://hu.wikipedia.org/wiki/Fűszerek_listája)
- [14.34]Kotányi fűszerek sokasága egy bevásárló központ polcain <http://fuszereslelek.blog.hu/2008/02/18/kotanyi> (Lásd: 355)
- [14.35]Kávé története és előállítása (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Kávé>)
- [14.36]Cigaretta előállítása <http://hu.wikipedia.org/wiki/Cigaretta>
- [14.37]Egy doboz cigaretta fogyasztói árának növekedése Magyarországon 1996-2011 között <http://www.nograd24.hu/egydobozcigarettafogyasztoiaramagyarorszagon> (Lásd: 357)
- [14.38]Szeszes italok, kávé, tea, dohány fogyasztása Magyarországon 1970-2010 [http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_hosszu/elm13.html](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/elm13.html)