

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

EFOP-3.5.1-16-2017-00004

DR. FARKAS
FERENC

SZÉCHENYI  2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

Gyakorlatban – elméletben - adathalmazok, számok, mértékegységek sokasága

Korábban különböző mértékegységek – különböző logikai alapon → a természettudomány fejlődése, különböző szakterületek egységes alkalmazása  **SI nemzetközi**

mértérendszer (Systeme International d'Unites)

Kronológia:

1901: Giorgi javasolja kifejleszteni

1950: kifejlesztik

1960: elfogadja a Mérésügyi Világszervezet

1976: Magyarország dönt a bevezetésről

1980: bevezetjük

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- Egységesen használható:
 - tudomány
 - technika
 - mindennapi élet
- 2018:
 - - ma még nem kizárólagos a használata:
 - K, °C, °F
 - Pa, atm, Hgmm,
 - m, m², ha, öl, □öl, hold stb
- Nemzetközi mértékegység egységes értelmezése, használata
- Könnyebb tanulás stb

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- Mértékegységek, dimenziók, mértékegység-rendszer
- Természeti jelenségek megfigyelése, megértése → objektív
- következtetések , személytől független, reprodukálható
- megfigyelések, mérések alapján
- Fizikai mennyiségek → a fizikai mérhető jelenségek jegyei
- Azonos mennyiségek: összehasonlíthatók
 - összeadhatók
 - kivonhatók
 - mások nem
- összehasonlítható : távolság
 - vastagság
 - magasság
 - átmérő

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- A fizikai mennyiségek meghatározása:
- hányszorosa a mértékegységnek
- matematikai értelemben szorzat
- mennyiség = számérték x mértékegység
- pl. $h = 5 \text{ m}$
- jelentése: "h" magasság a hosszúságul választott mértékegység, a méter ötszöröse
- A mérés lényegében összehasonlítás
- Alapmennyiség-választás $\rightarrow$ több fizikai mennyiség meghatározható

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- Prefixumok: a mértékegység neve elé írt szorzó
- **SI ajánlat: hárommal osztható**
- (ettől eltérő csak meghatározott esetben)
- A prefixumok jele a mértékegységgel egybeírandó: pl. kilométer km stb.
- A többszöröst, vagy törtrészt adott hatványra emeljük:
- p.l $1 \text{ km}^2 = 1 (\text{km})^2 = (1 \cdot 10^3 \text{ m})^2 = 10^6 \text{ m}^2$
- $1 \text{ mm}^{-1} = (1 \cdot 10^{-3} \text{ m})^{-1} = 1000 \text{ m}^{-1}$
- A használható prefixumok neve, jele, szorzószáma táblázatban

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

A prefixum		Szorzószám, amellyel a mértékegységet meg kell szorozni
neve	jele	
exa	E	1 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}
peta	P	1 000 000 000 000 000 = 10^{15}
tera	T	1 000 000 000 000 = 10^{12}
giga	G	1 000 000 000 = 10^9
mega	M	1 000 000 = 10^6
kilo	k	1 000 = 10^3
<i>hekto</i> *	h	100 = 10^2
<i>deka</i> *	da	10 = 10^1
<i>deci</i> *	d	0,1 = 10^{-1}
<i>centi</i> *	c	0,01 = 10^{-2}
milli	m	0,001 = 10^{-3}
mikro	μ	0,00 001 = 10^{-6}
nano	n	0,000 000 001 = 10^{-9}
piko	p	0,000 000 000 001 = 10^{-12}
femto	f	0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}
atto	a	0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}

Összetett prefixumok
használata zavaró:

Tilos

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- Tíz hatványaival nem képezhető mértékegységek:
- pl: az idő:
 - $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
 - $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$
 - nap, hét, hónap, év
- SI prefixum csak a törtrészeknél:
- pl: millisecundum ms

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- Dimenzió: **a mértékegység számértéktől független tartalma**
az adott mennyiség az alapul választott mennyiségtől
való fogalmi felépítését mutatja
pl: a sebesség dimenziója az út és az idő
viszonyzáma és nem a m/s. Ez más is lehet.

Fizikai jelenség matematikai leírása → egyenlet → mindkét
oldalon azonos dimenziók

**Az összefüggés helyességének ellenőrzése → dimenziók
ellenőrzése**

Fő elv: SI-ben felírt összefüggések nem tartalmazznak
mértékegységből fakadó állandókat

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- Kivétel: 10^3 vagy hárommal osztható hatványai
- pl: túl kicsi alapegység: joule (J), pascal (Pa)
- túl nagy alapegység: farad (F)
- A nemzetközi mértékegység-rendszer SI
- Felépítése:
 - alapegységek
 - kiegészítő egységek
 - származtatott egységek

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- Az SI alapegységei:
- - hosszúság m
- - tömeg kg
- - idő s
- - elektromos áramerősség A
- - termodinamikai hőmérséklet K
- - fényerősség (kandella) cd
- - anyagmennyiség mol

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- Kiegészítő egységek:
- - síkszög (radián) rad
- - térszög (szteradián) sr

Származtatott egységek:

- terület m^2
- térfogat m^3

Külön nevű származtatott egységek:

pl: nyomás Pa , N/m^2
teljesítmény W J/s

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- SI-n kívüli, korlátozás nélkül használhatók:
 - - l, hl, dl, cl
 - - fok $^{\circ}$, $\pi/180$ rad
 - - tonna 1t = 1000 kg
 - - km/h, Wh, $^{\circ}\text{C}$
- A mértékegységek írásmódja, alkalmazása
 - az egységek jelét általában kisbetűvel írjuk
 - személynevekből származó egységek jelét nagy kezdőbetűvel
 - (Pa) kell írni akkor is, ha az torzított (Volta , volt) V

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- Az egység neve akkor is kisbetűvel írandó, ha személynévből származtatták pl: newton, watt, joule
- Nagybetűvel írandók a jelzős összetételű egységnevek:
 - pl: Engler-fok, Celsius-fok
- A mértékegység után nem teszünk pontot, kivéve a mondat végén
- A mennyiségek megadásakor az utolsó számjegy és az egység jele között írásközt kell hagyni: 5 m, 200 W

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- A szorzás és az osztás jelölésmódja összetett csoportokra is alkalmazhatók, de egynél több ferde törtvonalat ugyanazon kifejezésben nem szabad használni.
- Amikor a nevező több tényezőből áll:

$$J \cdot K^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{vagy:}$$

$$J / (K \cdot \text{mol}) \quad \text{vagy:}$$

$$\frac{J}{K \cdot \text{mol}}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- A mértékegységek alkalmazása:
- SI mértékegység N, W stb vagy decimális többszörösei
- kN, kW
- Célszerű olyan prefixumot alkalmazni, hogy a mérőszám
- 0,1 és 1000 között legyen $12235 \text{ N} = 12,235$
- Áttekintő táblázat esetén: nagy értéktartományoknál is indokolt az azonos prefixum
- Fajlagos mennyiségek mértékegységei: látszódjon, hogy fajlagos mennyiségről van szó

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- Fizikai és műszaki egyenletek írásmódja:
 - a célnak megfelelő következetes alkalmazás
 - az egyenlet minden betűjele mennyiséget jelent
- A műszaki számítások menete:
 - algebrai példák: egyenletrendszerek felállítása - szabatos
 - analitikai kiszámítás
- Műszaki feladat:
 - technológiai
 - szilárdságtani
 - gazdaságtani
 - üzembiztonsági tényezők

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- - sokszor matematikai alakban nem kifejezhetők
- - ellentmondó körülmények, követelmények összehangolása
- - a várható üzemviszonyoknak legjobban megfelelő megoldás keresése
- **Matematikai számítások: a mérnöki gondolat kiszolgálói**
- **nem helyettesítők**
- Matematikai megoldás = mérnöki megoldás , ha a kapott eredményt ellenőrizzük
- - célszerűség
- - gazdaságosság szerint

ÁLTALÁNOS GÉPTAN MŰSZAKI SZÁMÍTÁSOK

- - szükségesnek megfelelően helyesbítjük, különböző változatok kiszámítása alapján
- Gazdaságos megvalósítás: szabványok segítik
- A mérnöki számítások vezérfonala:
 - - műszaki gondolatmenet
 - - a gyakorlatban használható eredmény
 - - az eredmények megbízhatósága, közelítések
 - - elhanyagolások hatása a végeredményre
- A mérnök nem csak alkotásaiban, számításaiban is gazdaságosságra törekszik
- Informatika, számítástechnika alkalmazása

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- A gép fogalma:
 - - a kultúra fejlődése, anyagi feltételek
 - - életszükségletekről való gondoskodás, anyagi alapja a szellemi fejlődésnek
 - - életkörülmények javulása szerszámok, gépek révén
 - - egyre kevesebb idő szükséges a létfenntartás fedezésére
 - - több idő a kultúra fejlesztésére
 - - sokrétű szükségletek kielégítése:
 - a természet nyújtotta anyagok
 - természeti erőforrások

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- A fogyasztáshoz:
 - - kitermelés
 - - szállítás
 - - feldolgozás, átalakítás
 - - raktározás
 - - elosztás
- Két fő csoport:
 - - anyaggazdálkodás
 - - energiagazdálkodás

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Műszaki vonatkozás:
- - alakváltoztatás: pl. élelmiszer a termeléstől a fogyasztóig sorozatos átalakítás
- energia-szolgáltatás az átalakítások sorozata
- - helyváltoztatás:
- Az anyagok és energiák átalakítása:
- természettudományos ismeretek alapján (fizika, kémia)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN A GÉPEK

- Műszaki tudományok: elméleti és kísérleti
- eredmények termelési
- feladatokra, a természeti
- erők felhasználása
- a természeti erők romboló
- munkájának elhárítására,
- a természeti erők megfékezése
- környezetvédelem, a természet
- védelme az emberi tevékenységgel
- szemben

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Technika szerepe az élet minden területén
- Műszaki feladatok, mozgás, energia, gép
- Élet, mozgás, energia
- Gép: működő eszköz: anyag, energia alakjának,
 - helyzetének megváltoztatására
 - alkalmas
- Egyszerű gépek: ék, emelő, csiga stb.
- Más megközelítés: különféle mechanizmusok
 - egyéb szerkezetek (számológép stb.)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- A gépészmérnök működési köre a gépek szűkebb
- csoportjaira korlátozódik, mg-i gépészmérnök
- élelmiszeripari gépészm.
- közlekedésmérnök
- autógépész
- anyagmérnök
- gépgyártó
- energiagazdálkodó stb.

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- A gépek csoportosítása:
- életszükséglet
- kultúrigények szerint
- Csak annak a gépnek van létjogosultsága amely:
- az emberiség haladását
- boldogulását
- kényelmét szolgálja
- A gépek csoportosítása emberi szemszögből

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Rendkívül sok, csak néhány példa:
 - élelmezés, mg-i gépek növénytermesztés
állattartás
raktározás
tartósítás
élelmiszeripari gépek
tejipar
húsipar
malomipar stb.

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Ruházat: fonás
szövés
bőripar
műanyagipar
- Lakás: építés, építőanyagok
közüzemi szolgáltatások, víz, szennyvíz
áram, gáz, hő
telefon stb.

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Védelmi eszközök a természeti erők rombolása ellen
 - árvíz
 - villám
 - tűzvész
 - járványok megelőzése
- Közlekedés: közút
 - vasút
 - vízi út
 - légi

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Hírközlés: telefon
tömegkommunikáció
- Kultúrigények kielégítése: művészet
sport
játékok stb.
- Megjegyzés: a műszaki szolgáltatásokat nem, csak azok hiányát, akadozását stb veszi észre a köznapi ember
- Divatos megjegyzés: műszaki analfabéta vagyok
szakbarbár stb.

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- A természettudományok
- társadalomtudományok
- művészetek fejlődésének összhangja, fontossága
- A felborult összhang tragédiákhoz
rombolásokhoz vezet
- Pl. terrorizmus, háború

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Szállítógépek:
- anyagszállítás: szilárd anyagok, vízszintes
ferde
függőleges
folyadékok, szivattyúk, csövek
csatornák, gázok, szellőztetők, fúvók
gázsűrítők

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Energiaszállítás:
 - mechanikai , közlőművek, hajtóművek
 - folyadékok, hidraulika
 - gázok, pneumatika
 - hőenergia, gőz, gáz, levegő- és melegvíz
 - villamosenergia, hálózatok, transzformátorok

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Anyagok alakját átalakító gépek:
 - melegalakítás
 - forgácsolás nélküli hidegalakítás
 - forgácsolás
 - aprítás
 - fajtázás (rosták, sziták, szűrők, szárítók)
 - kötő- és egyesítő eljárások (hegesztés stb.)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Energiaátalakítók:
 - nukleáris Nap
 - Atomerőművek
 - hőenergia mechanikai
 - hidraulikus
 - pneumatikus
 - villamos
 - sugárzó (röntgen, lézer, elektromágneses)
 - Minden működő gépben energiaátalakítás van!
 - élő szervezetben

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- A gépek erőforrás szerint:
 - izomerő: emberi, állati eredetű a munkavégzés könnyítése
 - természeti energia: helyettesíti az izomerőt, az ember a folyamatot irányítja
- víz villamos
- szél kémiai
- Nap bio
- hő stb. geotermikus

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- A gépelemek:
 - kötőelemek: csavarok, ékek, reteszek, szegek, szegecsek, csapszegek a géprészek összekapcsolására
 - csövek, csőidomok, zárószerkezetek: gőzök, gázok, folyadékok továbbítására, azok áramának szabályozására, elzárására
 - hengerek, dugattyúk: folyadék, gőz, gáz energia átalakítására, szállítására

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Forgattyús hajtóművek: mechanizmusok, egyenesbe vezető szerkezetek
lengő mozgásból forgó mozgás
forgó mozgásból lengő mozgás
- Tengelyek, csapágyak: forgó mozgás átvitele
- Tengelykapcsolók: tengelyek oldható v nem oldható összekapcsolása
- Fékek, kilincsművek, szabadonfutók: forgó mozgást befolyásoló szerkezetek

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Súrlódókerék, fogaskerék és csigahajtás:
fordulatszám módosítására
- Szíj-, kötél- és lánc hajtás: végtelenített erőátviteli
elemek, rendszerint fordulatszám
módosítással
- Egyenletes gépjárást biztosító elemek: lendkerék,
kiegyensúlyozó- és csillapító tömegek,
szabályozók (regulátorok)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- Gépcsoport:
- erőgép: mechanikai munkát ad
- közlőmű: a mechanikai munkát továbbítják, szétosztják
- munkagépek: a bevezetett mechanikai munkát hasznosítják
- A gép jellemzője, hogy energia befektetésével munkát végez (mechanikai, villamos, stb.)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPEK

- A gépek energiaellátás szempontjából:
 - energiát termelő (átalakító)
 - energiát átvivő, szétosztó
 - energiát fogyasztó

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPÉSZMÉRNÖK MUNKAKÖRE

- A gépészmérnök alkotása a gép
- A gépészmérnöki hivatás:
 - gépszerkezettani feladatok a gép elkészítése
 - üzemtani feladatok a gép munkájával kapcsolatos
- A gép elkészítésével kapcsolatos feladatok:
 - A gép szerkesztése: tervezés, szerkesztés, szabványosítás, szabadalmaztatás
 - Gépgyártás: gyártási eljárások kidolgozása, berendezések tervezése

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPÉSZMÉRNÖK MUNKAKÖRE

- A gépek műszaki vizsgálata: próbatermi vizsgálatok
- munkaminőségi vizsgálatok
- A gépek forgalomba hozatala és üzembe helyezése:
- kereskedelmi feladatok, engedélyeztetések
- A gépek csoportosítása:
- termelő üzemek tervezése pl. szárítótelep
- építés, üzembe helyezés

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPÉSZMÉRNÖK MUNKAKÖRE

- A gép üzemével kapcsolatos feladatok:
- Az anyagok kitermelésének és feldolgozásának irányítása
- Anyagmozgatás, logisztika
- Energiagazdálkodás: termelés, szétosztás, vételezés műszaki és adminisztratív feladatai
- A gépek üzemeltetése: karbantartás, javítás, bővítés és korszerűsítés
- Üzemtudományi feladatok: munkaszervezés, munkaerő gazdálkodás, munkavédelem

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GÉPÉSZMÉRNÖK MUNKAKÖRE

- A gépészmérnöki hivatás sokoldalúsága
 - a szerkesztő és az üzemeltető munkakörök között nincs éles határ
 - egy jó szerkesztő ismeri a gyártás, üzemeltetés feltételeit, körülményeit és viszont
- A technikai fejlődés árnyoldalai:
 - globalizáció
 - környezeti ártalmak

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A mechanikai munka:
- a munka erő kifejtés kíván mozgás közben
- az erő kifejtés energiát igényel
- helyzeti
- mozgási
- hő
- villamos
- alapprobléma: az energia mindig a kívánt időpontban
- álljon rendelkezésre  az energia tárolása körülményes

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- Munkavégzés csak akkor jöhet létre, ha a mozgatóerő legyőzi a mozgást akadályozó erőt (Newton),
- Ellenerő szerepe a munkavégzésben
- Ha a mozgatóerő F az ellenerővel G éppen egyenlő a két erő mozgás közben egyensúlyban van

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE



Sir Isaac Newton
1642-1727

Fizikus, matematikus, csillagász
filozófus, alkimista

- egyetemes tömegvonzás törvényei
- differenciál és integrálszámítás
- optika, fénytörés

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A gépektől üzem közben általában egyenletes munkavégzést kívánunk
- a gyakorlatban azonban ezt csak bizonyos határok között lehet biztosítani
- egy jármű gyorsítása, lassítása, terepakadály leküzdése stb változó ellenerővel jár, emiatt F -nek is változni kell, ami változó energiaszükséglettel jár

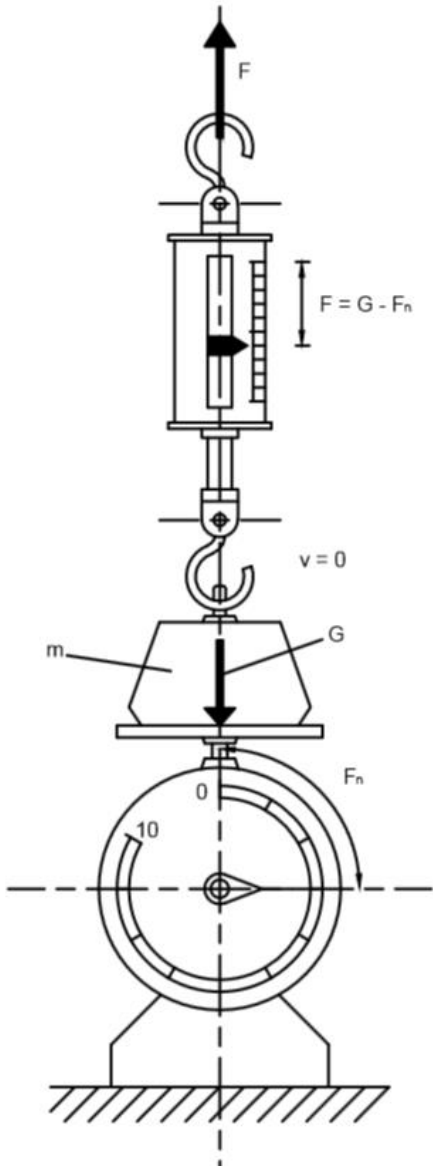
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

m tömegű G súlyerejű test
ha teljes egészében a mérlegre nehezedik

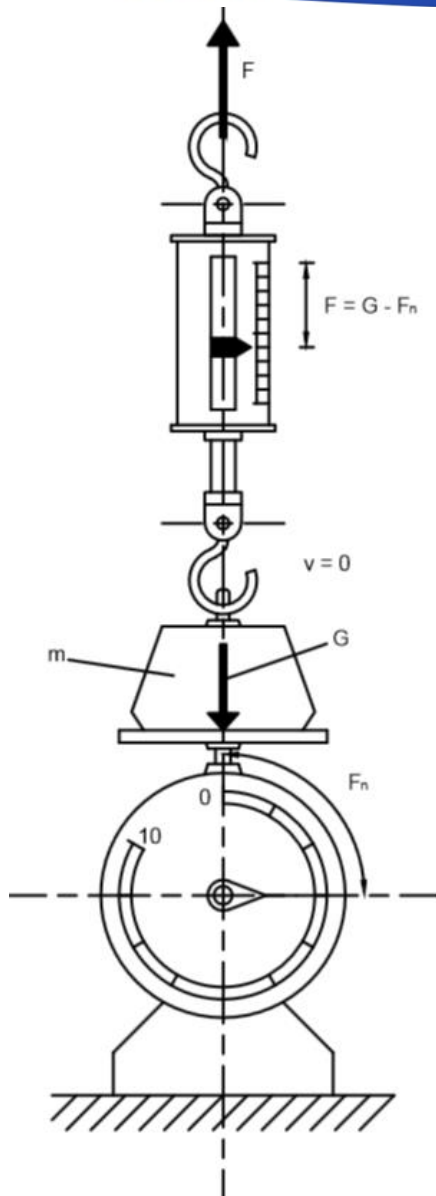
$$F_n = G$$

mert az alátámasztó erő a súlyerővel
tart egyensúlyt
nincs elmozdulás, nincs munkavégzés



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE



Ha a testet kötéllal emeljük, függőlegesen felfelé irányuló F erő

rugós erőmérővel mérjük

Míg a kötél erő nagysága a G -t el nem

éri a súlyerő egy része a mérlegre nehezedik

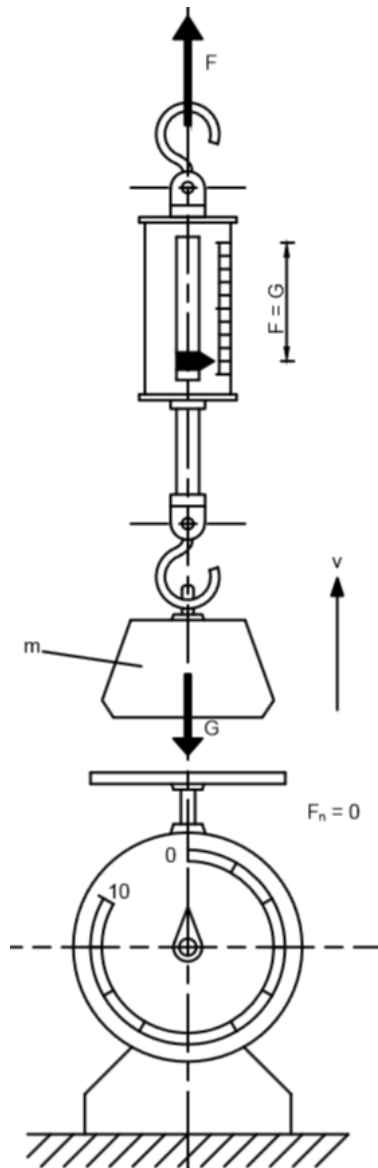
Egyensúly:

$$F + F_n = G$$

Most sincs munkavégzés!

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE



Ha a kötelet állandó v sebességgel felfelé húzzuk, a nyugalomban levő függesztő erőből mozgató erővé alakul

Munkavégzés van!

A mozgatóerő nagysága:

$$F = m \cdot g = G$$

A két erő egymással ellentétes irányú

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A mozgató erő nagysága az ellenálláshoz igazodik
- Ha mozgatóerő állandó:

$$F = \text{áll.}$$

Hatását az elmozdulás irányába fejti ki:
akkor a mechanikai munka:

$$W = F \cdot s \dots [J]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A mechanikai munka mértékegysége a joule



James Prescott Joule
1818-1889

Fizikát, kémiát, matematikát
John Daltontól tanult

- a testeket csak egy meghatározott mértékig lehet mágnesezni
- az elektromos áram hőhatása
- összefüggés a munka és a belső energia között
- A gáz edény falára gyakorolt nyomása a részecskék ütközésétől függ

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- Ismert kísérlete a „lapátkerék” a mechanikai munka hőegyenértéke
- Az energia-megmaradás törvénye
- A gázok hirtelen terjeszkedésekor előforduló hűtőhatás (Joule-Kelvin effektus)
- hűtőrendszereknél ma is használjuk

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- Egy joule (J) munka egy newton (N) erő egy
- méteres (m) elmozdulása folyamán végzett munka

$$1J = 1N \cdot 1m = 1Nm$$

Lényegi kérdés:

a mechanikai munkát a mozgóerő és az út szorzata adja

a mozgóerő helyett az ellenállást behelyettesítve ugyanazt az eredményt kapjuk, de itt két munkáról van szó

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A munka kétféle jellege:
- - az F hajtóerő munkája:

$$W_F = F \cdot s$$

munka szolgáltatás

- a G ellenállás munkája:

$$W_G = G \cdot s$$

munka fogyasztás

Ha: $F = G$ akkor:

$$W_F = W_G$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- Az energia megmarad:
 - a mozgóerőt kifejtő egységbe energiát kell befektetni
 - az ellenállás munkája is átalakul, nő a felemelt test helyzeti energiája, ami visszanyerhető
- A valóságban minden energiaátalakítás, áttétel veszteséggel jár vagyis nemcsak (jelen esetben) helyzeti energia, hanem a súrlódás miatt hőenergia is

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

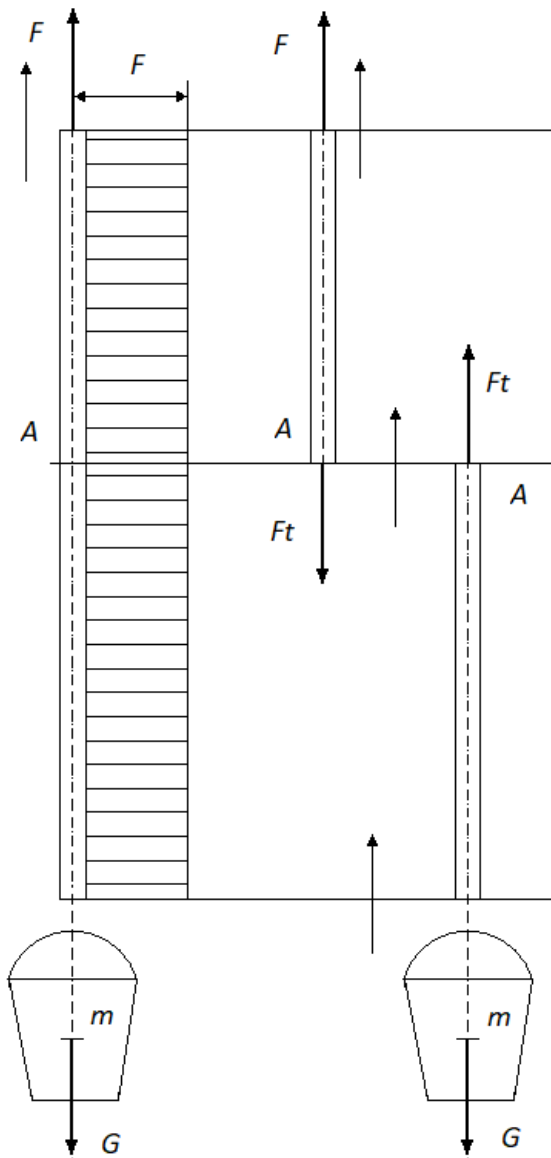
A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A mechanikai munka átvitele haladó mozgással:
 - a teher és a mozgatóerő közé vontatóelem, közlőmű iktatható (a gyakorlatban szinte mindig)
 - a közlőmű legegyszerűbb alakja: a mechanikai munkát haladómozgással viszi át
 - a közlőmű használhatóságának feltétele:
 - erőtani
 - mozgástani

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

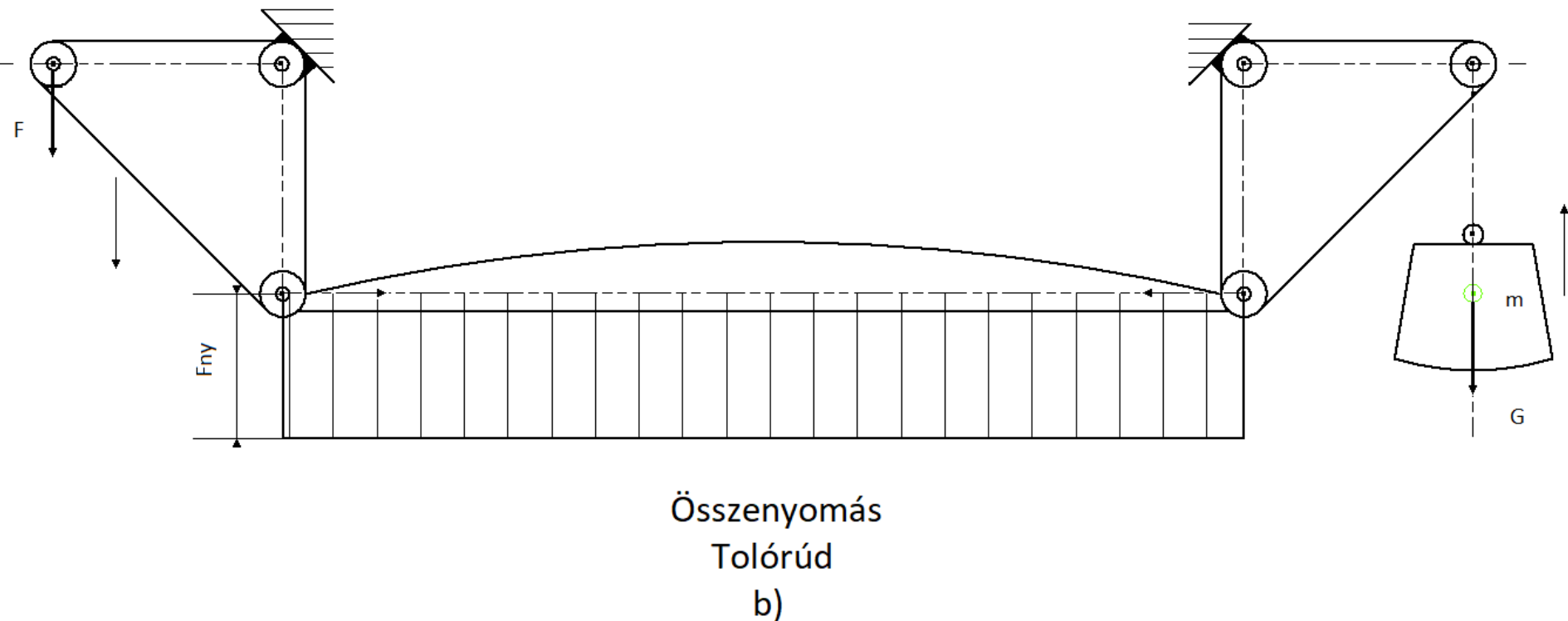
A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

Az erőátviteli elem kötél



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

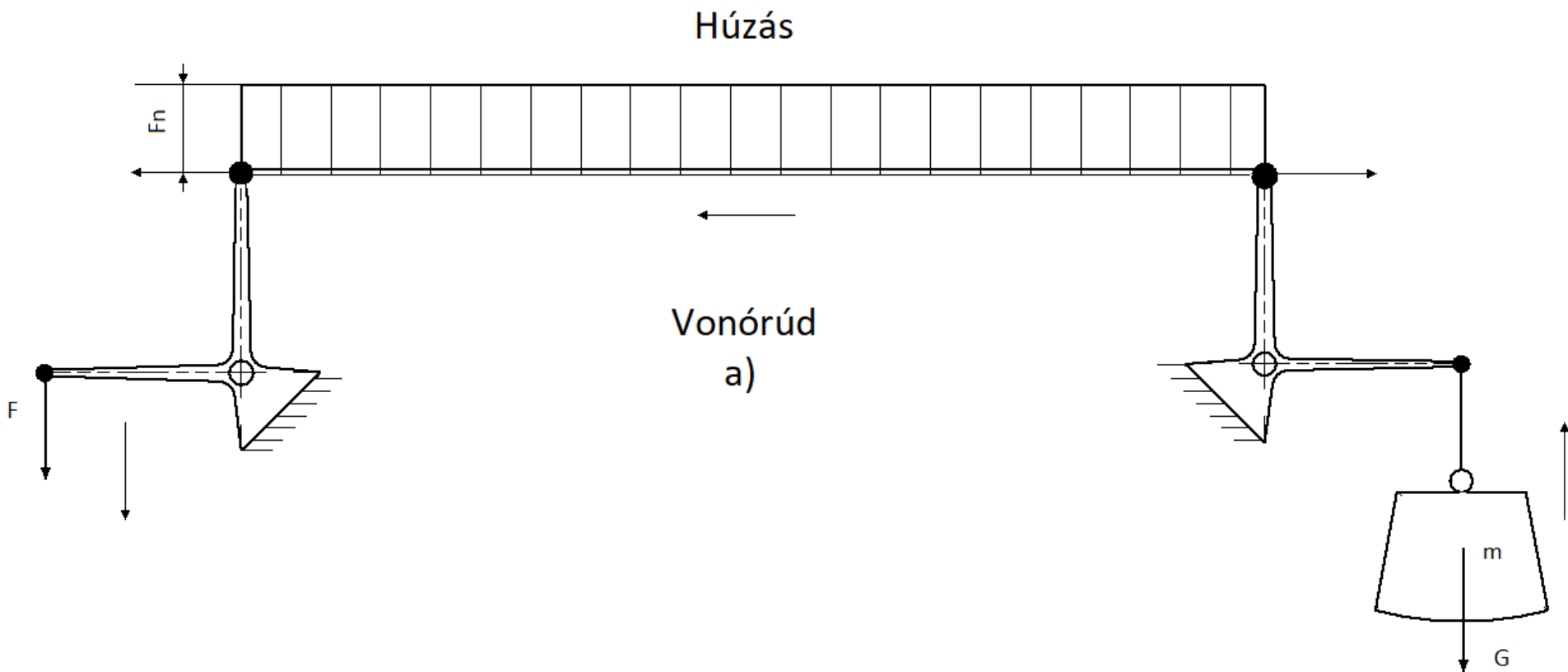
A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE



Az erőátviteli elem vonórúd

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE



Az erőátviteli elem tolórúd

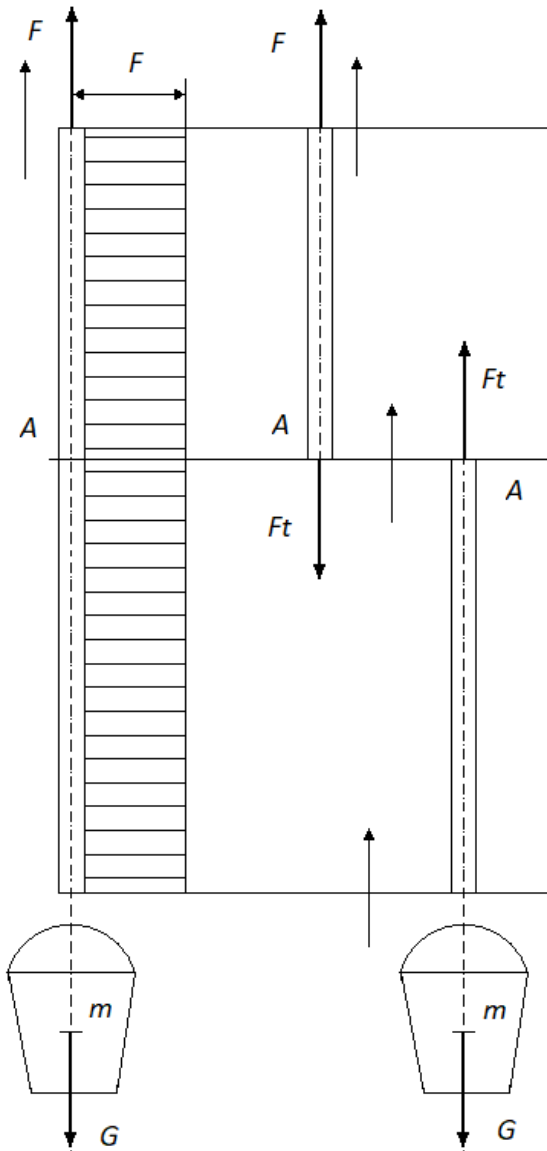
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- Erőtani feltétel:
 - szilárdságtani követelmény,
 - szakadás,
 - törés,
 - veszélyes megnyúlás nélkül vigye át az erőt
 - a vonórúd vagy kötél minden szelvénye ugyanakkora
 - húzóerő alatt áll

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE



Ha a kötelet gondolatban elvágjuk,
a kapott erőrendszer egyensúlyát

$$F_t$$

a szelvényt terhelő erővel helyre-
állítjuk

$$F_t = F$$

$$F_t = G$$

A szilárdságtani méretezés alapja

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A közlőmű használhatóságának mozgástani feltétele:
 - a mozgás torzítatlan átvitele
 - alapfeltétel: a közlőmű szabad elmozdulását biztosítani kell
 - másfajta közlőművekről, részletesebben
 - más tantárgyak keretében

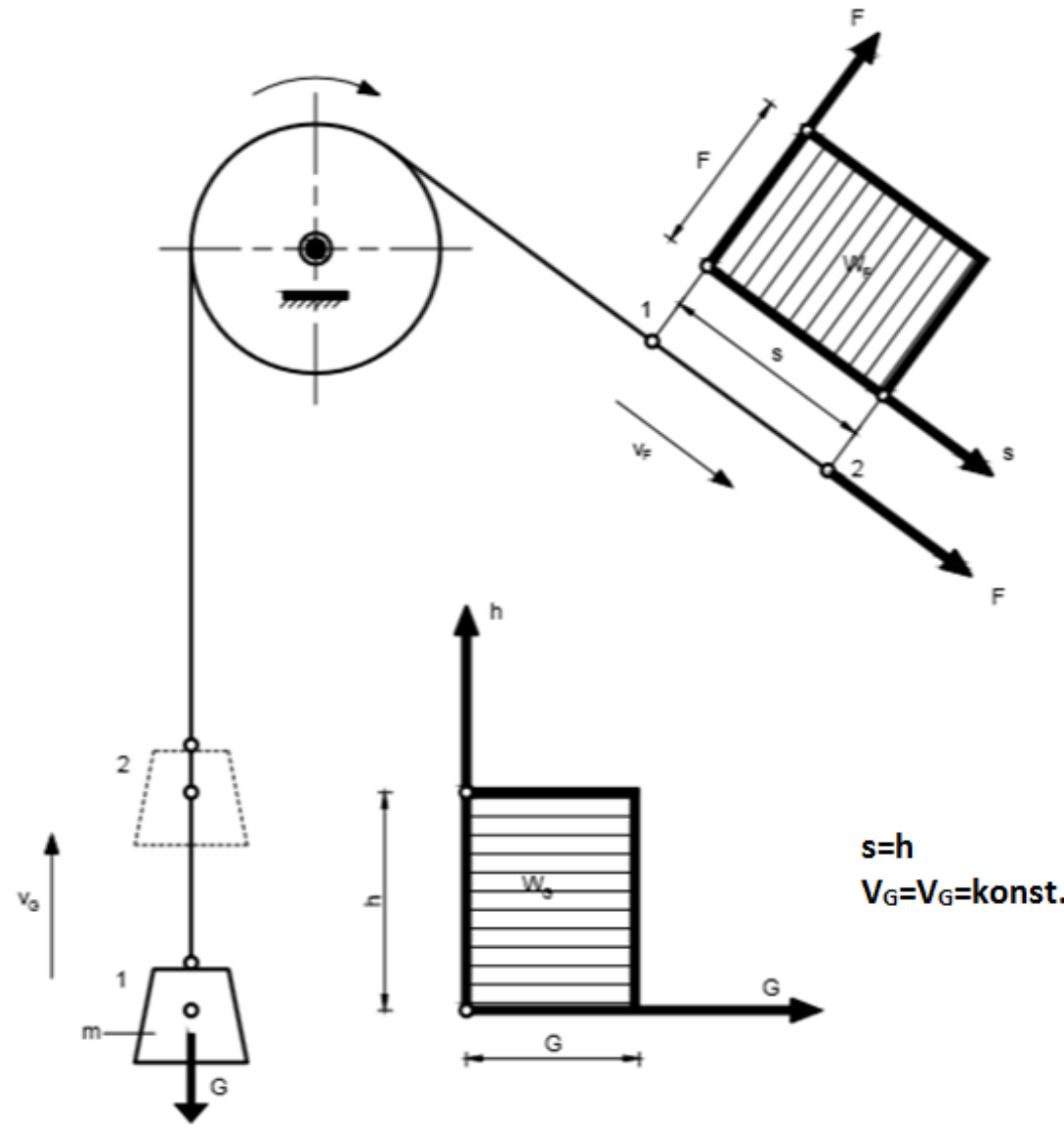
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A teheremelés munkája, a munkaterület:
 - az emelőgép munkája a teher (függőleges) elmozdulásából származik
 - gépész ember vizuális típus szereti a jelenségeket ábrával, diagrammal szemléltetni

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE



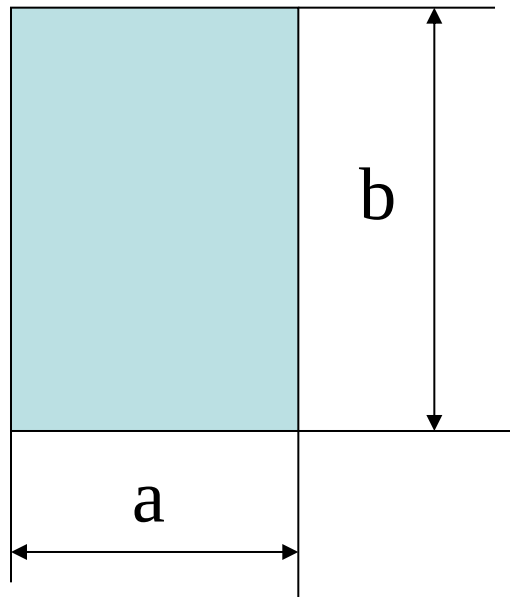
Az emelőgép
legegyszerűbb
alakja az állócsiga
A súrlódást figyelmen
kívül hagyva:
a felemeléshez

$$F = G = m \cdot g$$

mozgatóerő kell

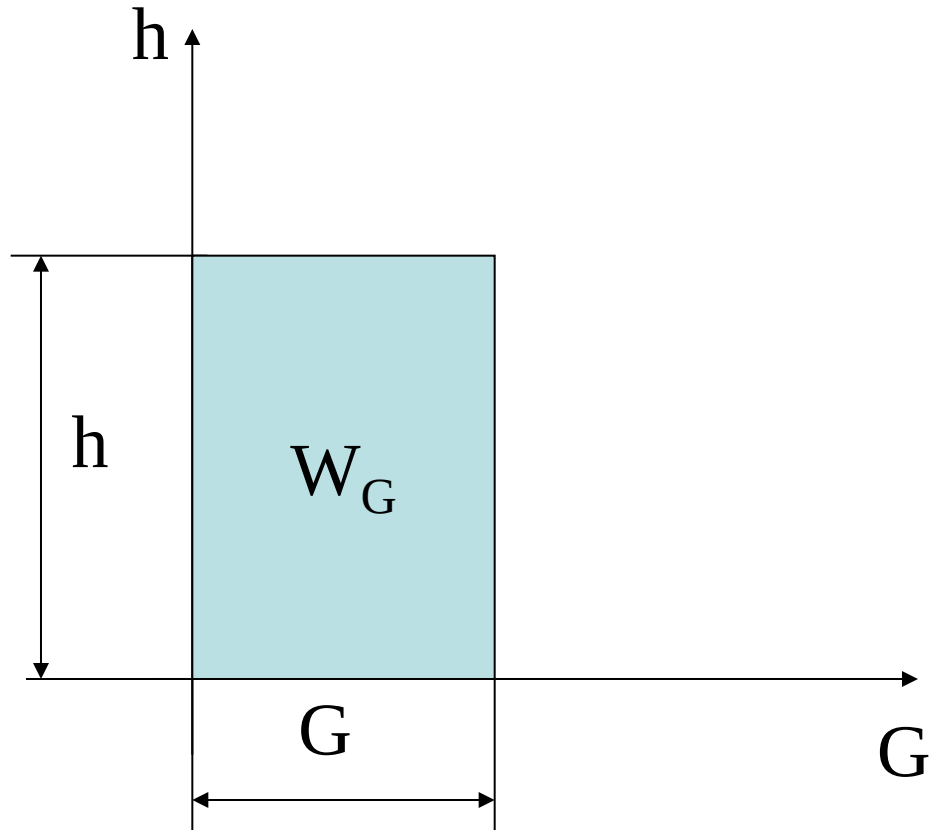
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE



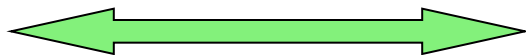
A terület:

$$T = a \cdot b$$



A munka:

$$W_G = G \cdot h$$

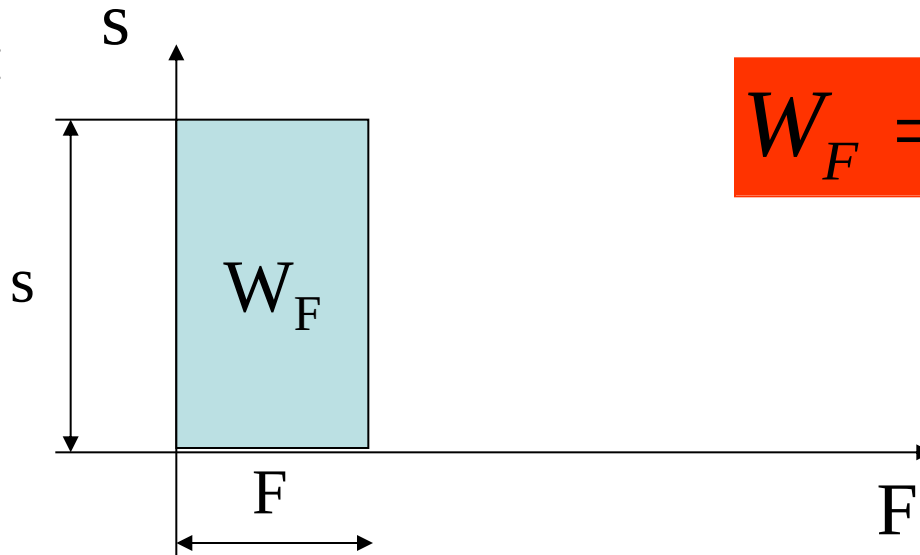


ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A teheremelésre fordított munka arányos a hG derékszögű koordináta rendszerben
- a $h = \text{áll. függvény}$
- G tengelyre vetített területtel

Hasonlóan:



$$W_F = F \cdot s$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- Megfelelő koordináta rendszerben a munka a görbe alatti területtel szemléltethető
- Megjegyzés:
 - matematika, integrálszámítás, a függvény vízszintes
 - tengelyére vetített terület
 - melyik az? megválaszható, mert
 - a vízszintes tengely : független változó
 - a függőleges tengely: függő változó

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A teher süllyesztése:
 - emeléskor a teher helyzeti energiáját növeljük
 - a függőlegesen süllyedő teher mozgásiránya a súlyerő irányával azonos
 - **G** munkát szolgáltató erővé alakult
 - **F** a mozgást visszatartó erővé alakult
 - a mozgás egyenletességét most is a két erő
 - egyensúlya biztosítja, a két munkaterület alakja és nagysága változatlan, a munkaátvitel iránya fordul meg

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- Különböző gyakorlati megoldások:
 - súlyerővel hajtott gép pl. „mókuskerék”
 - óramű
 - tágabb értelemben vízikerek
 - ipari kalapácsok
 - faltörő golyó

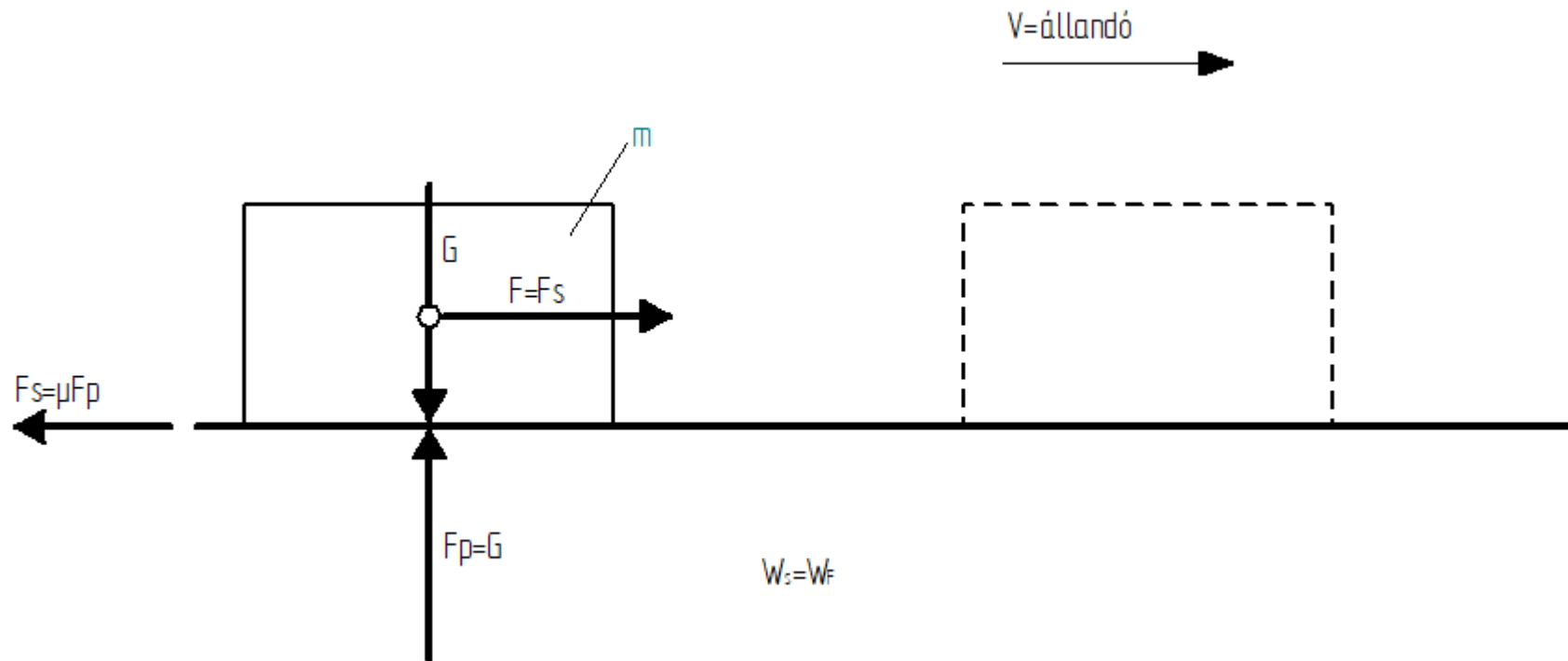
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A súrlódás munkája:
 - a vízszintes pályán mozgó test tömegpont magassága változatlan marad
 - továbbítása elméletileg erő kifejtés nélkül volna lehetséges
 - a vízszintes lapra helyezett m tömegű test mozgását az érintkező felületeken ébredő F_s súrlódó erő akadályozza

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE



A súrlódási erő iránya a mozgás irányával ellentétes,
mozgás közben a súrlódás munkát fogyaszt

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A súrlódási erő arányos azzal az erővel, ami a testet
- a pályához szorítja
- az erő a pályára, a két test közös érintő síkjára mindig merőleges
- - vízszintes pályán a súrlódást ébresztő nyomóerő a
- súlyerő:

$$G = m \cdot g$$

A testet a pályához szorítja, a vele ellentétes erő tart egyensúlyt

$$F_p = G$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A súrlódási tényező:
- - a súrlódási erő és a súrlódást ébresztő, pályára merőleges erő aránya:

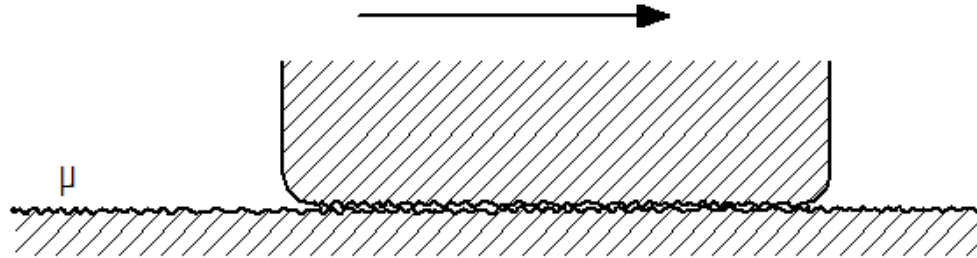
$$\mu = \frac{F_s}{F_p}$$

A súrlódási tényező nagysága függ:

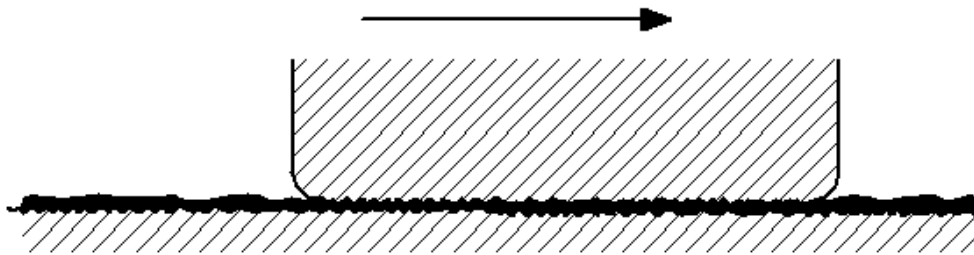
- a súrlódó felületek érdességétől
- a két test anyagától

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE



a)



b)

$$\mu' \ll \mu$$

Súrlódásfajták:

- fémes, (száraz) súrlódás
- folyadéksúrlódás
- a kenés és a felületi érdesség szerepe

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A súrlódási tényező értéke:
 - a gyakorlat igényeit kielégítő közelítés
 - állandó tapasztalati érték, számos mérésen alapul
 - különböző felületű anyagpárok
 - különleges esetek pl. mezőgazdasági anyagok, magok, műtrágyák súrlódása fémen, műanyagon
 - gépek szerkesztése: röpitőtárcsán való mozgás
boltozódás

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A súrlódási erő számítása a súrlódási tényező
- ismeretében:

$$F_s = \mu \cdot F_p \dots\dots[N]$$

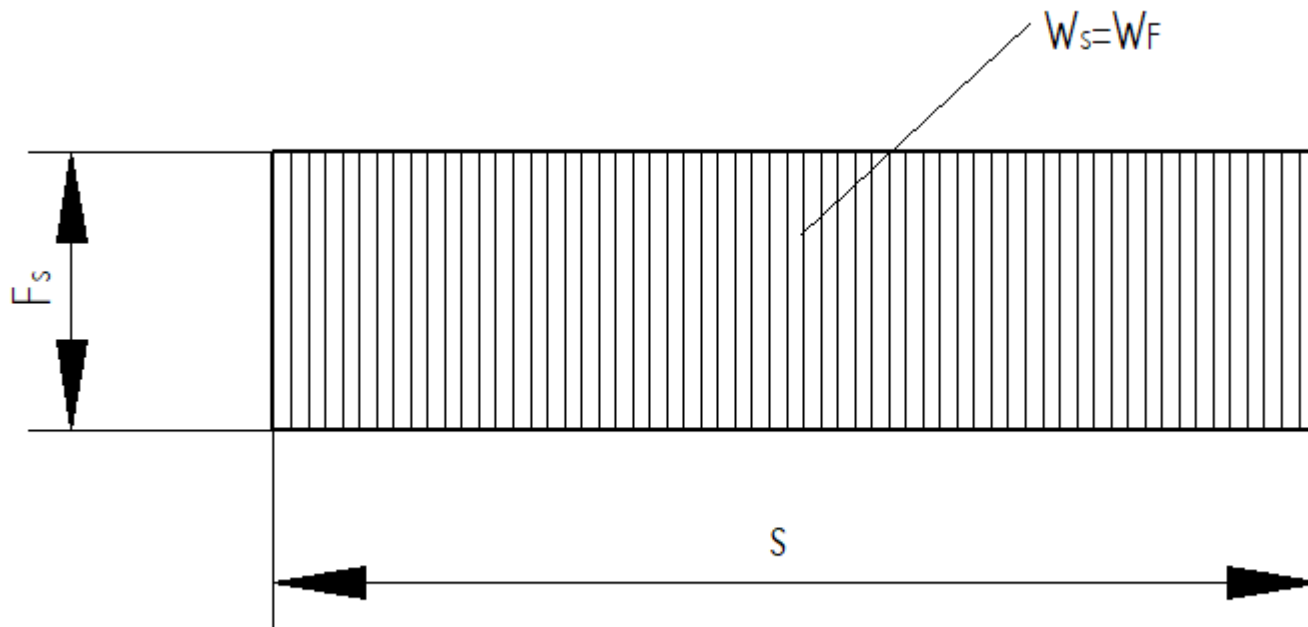
Ha az F_p állandó a súrlódási erő is állandónak tekinthető

μ a súrlódási tényező arányossági tényező
nem fajlagos mennyiség
nincs mértékegysége

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

A súrlódási munka:



$$W_s = F_s \cdot s \dots [J]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A vízszintes pályán a mozgás súrlódóerőt legyőző
- F erővel tartható fenn:

$$F = F_s$$

Ha: $F < F_s$ a test nem mozdul, a súrlódás a pályához rögzíti

gyakorlati alkalmazás:

- súrlódásos kötések
- súrlódásos erőátvitel

Ilyenkor:

$$F = F_r$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A számított F_s nem jön létre teljes nagyságban,
- Az F_r erő határértékét jelöli
- A mozgatóerő munkája megegyezik a súrlódási erő munkájával: $W_s = W_F$

Ahol:

$$W_F = F \cdot s \dots\dots [J]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A súrlódásra fordított munka:
 - energiaátalakulás megy végbe, hővé alakul
 - Q a hőmennyiség, mértékegysége $[J]$

a mechanikai munka mértékegységével azonos
a keletkezett hő a súrlódó felületeket és a
környezetet melegíti

káros túlmelegedés esetén hűtés

- a hőleadó felület növelésével pl. bordázás
- folyadékűtés: víz, fagyálló
- hűtés és kenés: olaj

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- Példa:

$m = 1...t$ tömegű testet $\mu = 0,3$ súrlódási tényezőjű pályán vontatunk $s = 20...m$ távolságra.

A testre ható súlyerő:

$$G = m \cdot g = 1000 \cdot 9,81 = 9810 \dots [N] = 9,81 \dots [kN]$$

A vontatóerőnek ellenszegülő súrlódási erő:

$$F_s = \mu \cdot F_p = 0,3 \cdot 9810 = 2940 \dots [N] = 2,94 \dots [kN]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A súrlódási munka:

$$W_s = F_s \cdot s = 2940 \cdot 20 = 58800 \dots [J]$$

Ugyanekkora a vonóerő munkája is.

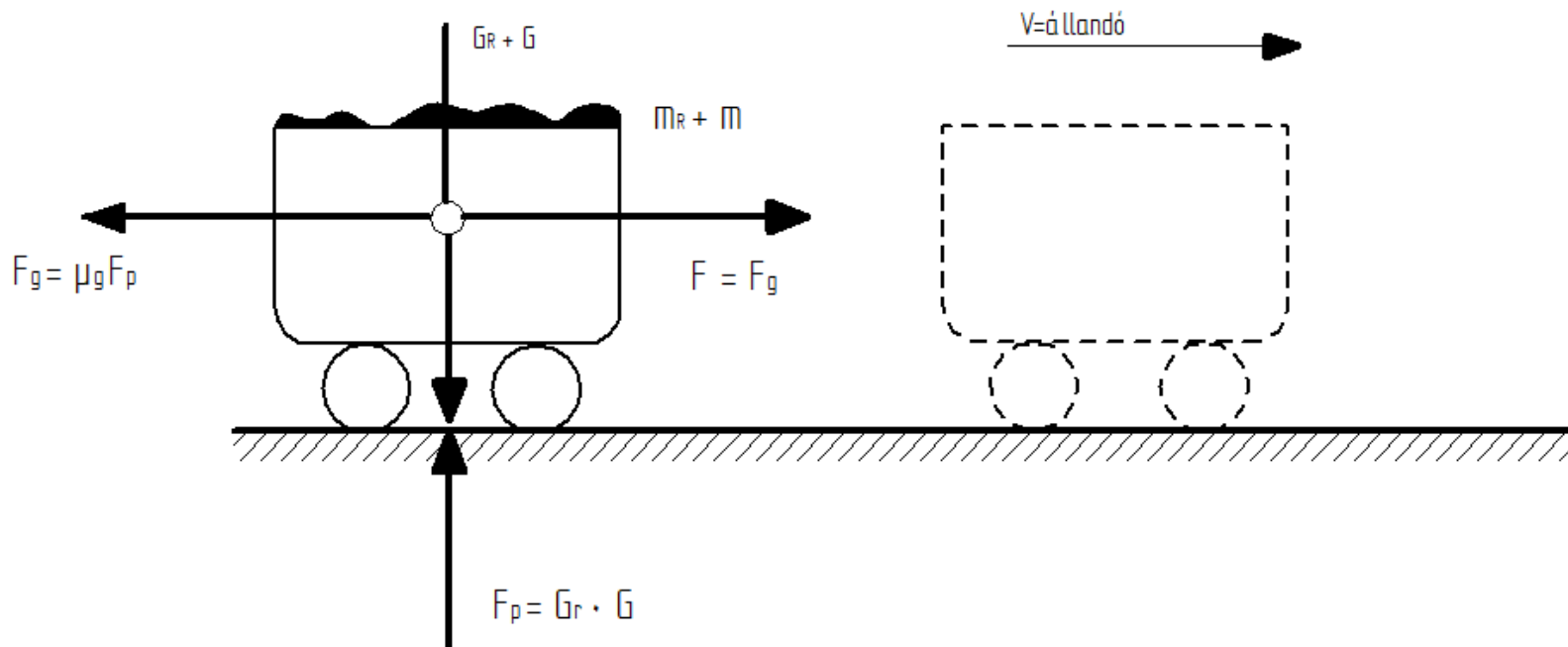
A súrlódási erő teljes egészében hővé alakul:

$$Q = W_s = 58,8 \dots [kJ]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A gördülési ellenállás munkája:
 - kisebb a vontatási munka, ha a testet gördülő elemekkel (kerék, görgő) támasztjuk alá



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A vontatási ellenállás szintén arányos a pályára merőleges erővel
- A gördülési ellenállási tényező, arányossági tényező:

$$\mu_g = \frac{F_g}{F_p}$$

- μ_g értéke kísérleti úton határozható meg
- függ a kerék átmérőjétől
 - a gördüléskor érintkező felületektől
 - (golyó, görgő:
 - a kenéstől

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A gördülési ellenállás F_g és a súrlódási ellenállás F_s számítása azonos

$$F_g = \mu_g \cdot F_p \quad [N]$$

Ahol: (vízszintes pályán)

$$F_p = F_n = G + G_r$$

G a kocsi súlya

G_r a rakomány súlya

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A vontatáshoz szükséges hajtóerőt a gördülési
- ellenállás fogyasztja el
- Az s út befutásához szükséges munka:

$$W_g = F_g \cdot s \dots\dots [J]$$

A vontatási energia gördüléskor kisebb, mint súrlódáskor

A szállítandó tömeg mellett a kocsit is vontatni kell

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- Példa:
- $m_r = 1000$ kg tömegű terhet egy $m = 400$ kg kocsival
- szállítjuk $s = 20$ m távolságra. A gördülési ellenállás
- tényezője: $\mu_g = 0,03$

A pályára merőleges erő:

$$F_p = G_r + G = g(m_r + m) = 9,81(400 + 1000) = 13730...[N] = 13,73...[kN]$$

A gördülési ellenállás:

$$F_g = \mu_g \cdot F_p = 0,03 \cdot 13730 = 412...[N]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI MUNKA ÉS ÁTVITELE

- A vontatási munka:

$$W_g = F_g \cdot s = 412 \cdot 20 = 8240 \dots [J] = 8,24 \dots [kJ]$$

Ugyanekkora teher továbbcsúsztatásához az előző példa szerint:

$$W_s = 58,8 \dots [kJ]$$

Vagyis hétszer akkora munkára van szükség
A gördülési ellenállás bővebb értelmezése a
Mechanika c. tárgyban

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Figyelembe kell venni a munka elvégzéséhez szükséges időtartamot
- Minél rövidebb időt szabunk az előírt munkamennyiség elvégzésére, annál több az időegységre eső munka, vagyis nagyobb a teljesítmény
- A teljesítmény időegységre eső munka:

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots [W]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A teljesítmény egysége a **watt** , amely egy másodperc alatt végzett egy joule munkát jelent.

$$1W = 1 \frac{J}{s}$$

Kifejezhető más SI alapegységgel is,

$$1W = 1 \frac{J}{s} = 1 \frac{N \cdot m}{s} = 1 \frac{m^2 \cdot kg}{s^3}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



James Watt

1736-1819

1765-ben mutatta be az első
működő gőzgép modellt

1776 első ipari üzembe
helyezés

szénbányából

vízszivattyúzás

Vállalkozások, gőzgépek
gyártása

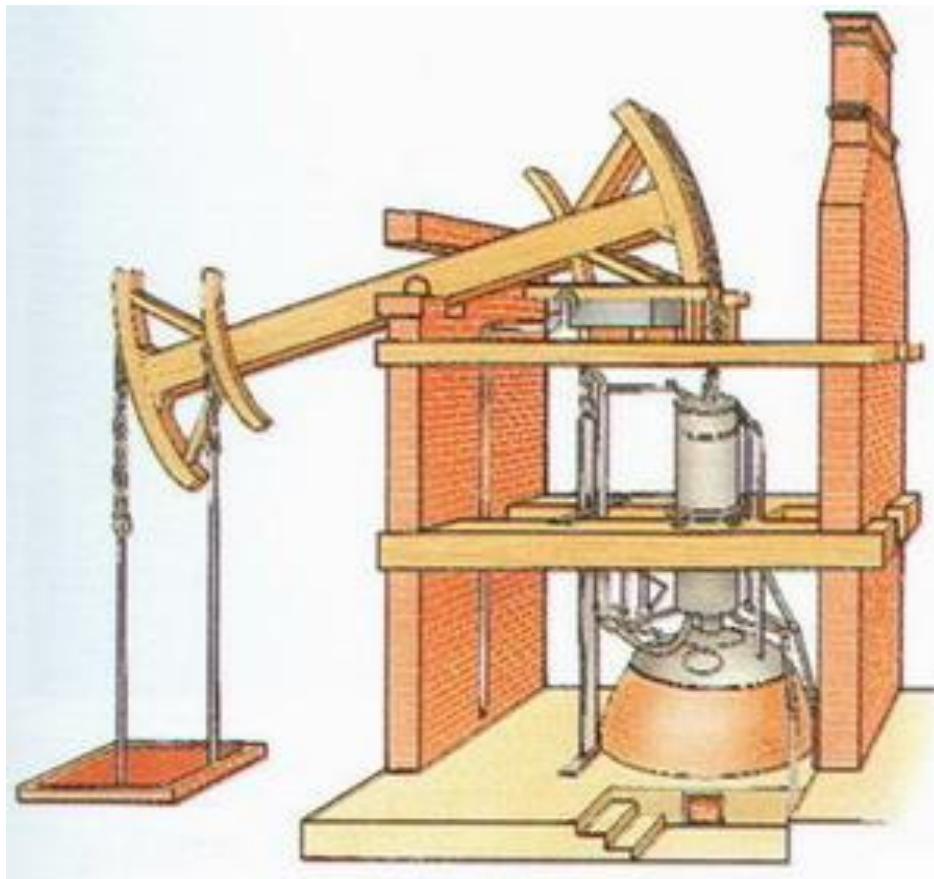
ÁLTALÁNOS GÉPTAN A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

Szobra a
Keleti
pályaudvar
homlokzatán
Stephensonnal



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

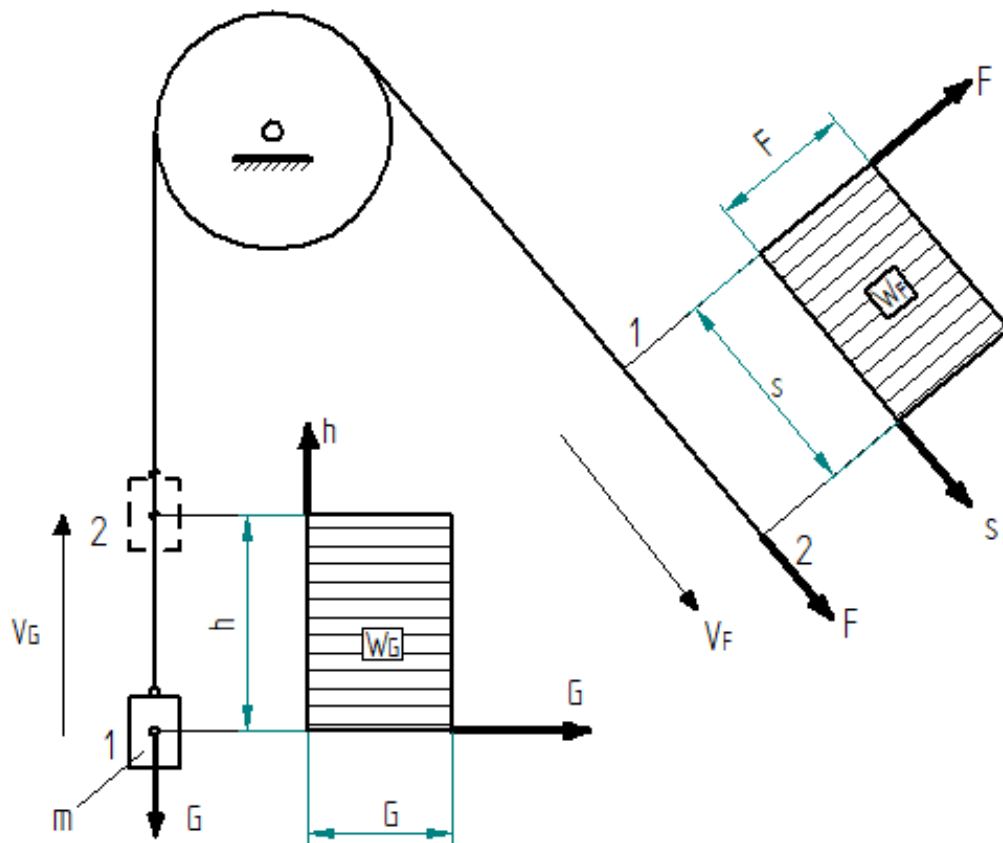
A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



Newcomen
bányaszivattyú

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



Ha a munka végzésére fordított t (s) előírjuk, egyenletes munkavégzés esetén a teljesítményt meghatározzuk

A teljesítmény a munkából számolható

$$W = G \cdot h = F \cdot s$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

$$P = \frac{W}{t} = G \frac{h}{t} = F \frac{s}{t} \dots\dots [W]$$

A $\frac{h}{t} = \frac{s}{t}$ az út időegységre eső része a munkasebesség:

$$v \dots\dots \left[\frac{m}{s} \right]$$

A teljesítmény számítása:

a munkát végző erő és a munkasebesség szorzata

Különbséget teszünk a hajtóerő szolgáltatta teljesítmény és az ellenállás legyőzésére elfogyasztott teljesítmény között

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

$$P = F \cdot v \dots\dots[W]$$

A mozgóerő teljesítménye

A fogyasztott teljesítmény:

$$P_G = G \cdot v_G \dots\dots[W]$$

v_G a teheremelés sebessége

A szolgáltatott teljesítmény:

$$P_F = F \cdot v_F \dots\dots[W]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A kettő egymással egyenletes sebességnél megegyezik.

$$P_F = P_G$$

A munkavégzés változó sebesség mellett is történhet

- testet fel kell gyorsítani a haladási sebességre
- ha meg akarjuk állítani lassítani kell
- haladás közben az ellenállás változhat

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Példa:
- Egy $m = 5\text{ t}$ -ás daru emelőműve a terhet
- $v = 15\text{ m/min}$ sebességgel emeli,
- mekkora az emelésre fordított hasznos teljesítmény?
- Az erő: $F = G = m \cdot g$

Az emelési sebesség:

$$v = 15 \dots \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] = 15 \frac{1}{60} = 0,25 \dots \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A szükséges teljesítmény:

$$P_F = m \cdot g \cdot v = 5000 \cdot 9,81 \cdot 0,25 = 12300 \dots [W] = 12,3 \dots [kW]$$

A hasznos teljesítmény-igény mellett természetesen fellép a veszteségek teljesítményigénye is, ami jelen esetben a súrlódások miatt lép fel

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Példa:
- Egy vízszintes pályán $v = 72 \text{ km/h}$ sebességgel futó
- $m = 300 \text{ t}$ -ás vonat ellenállása

tényezővel számolható.

Mekkora lesz a vontatáshoz szükséges teljesítmény?

A vontatási ellenállást legyőző erő:

$$F_g = \mu_g \cdot G = 0,01 \cdot 3 \cdot 10^5 = 29400 \dots [N] = 29,4 \dots [kN]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A sebesség:

$$v = 72 \dots \left[\frac{km}{h} \right] = 72 \frac{1000}{3600} = \frac{72}{3,6} = 20 \dots \left[\frac{m}{s} \right]$$

A vontatáshoz szükséges mozdony teljesítménye:

$$P_g = F_g \cdot v = 29,4 \cdot 10^3 \cdot 20 = 588 \cdot 10^3 \dots [W] = 588 \dots [kW]$$

P_g

Itt is a gördülési ellenállás legyőzésére fordított Erőt és teljesítményt számoltuk az egyéb Veszteségek nélkül, pl csapsúrlódás, légellenállás

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A vontatáshoz szükséges erő, ill. teljesítmény vízszintes pályára vonatkozott
- lejtőn más a helyzet
- felfelé növekszik a teljesítményigény
- lefelé csökken, akár 0 is lehet, vagy az előírt
- sebesség túllépésének megakadályozására
- fékezőerőt kell kifejteni
- más tantárgyban bővebben!

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A mechanikai munka módosítása:
- A mechanikai munkát szolgáltató hajtóerő sebessége
- a munkát fogyasztó ellenállás munkasebességéhez
- igazodik
- Merev közlőmű esetén a két sebesség nagyságra és
- irányra is megegyezik:

$$v_F = v_G$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

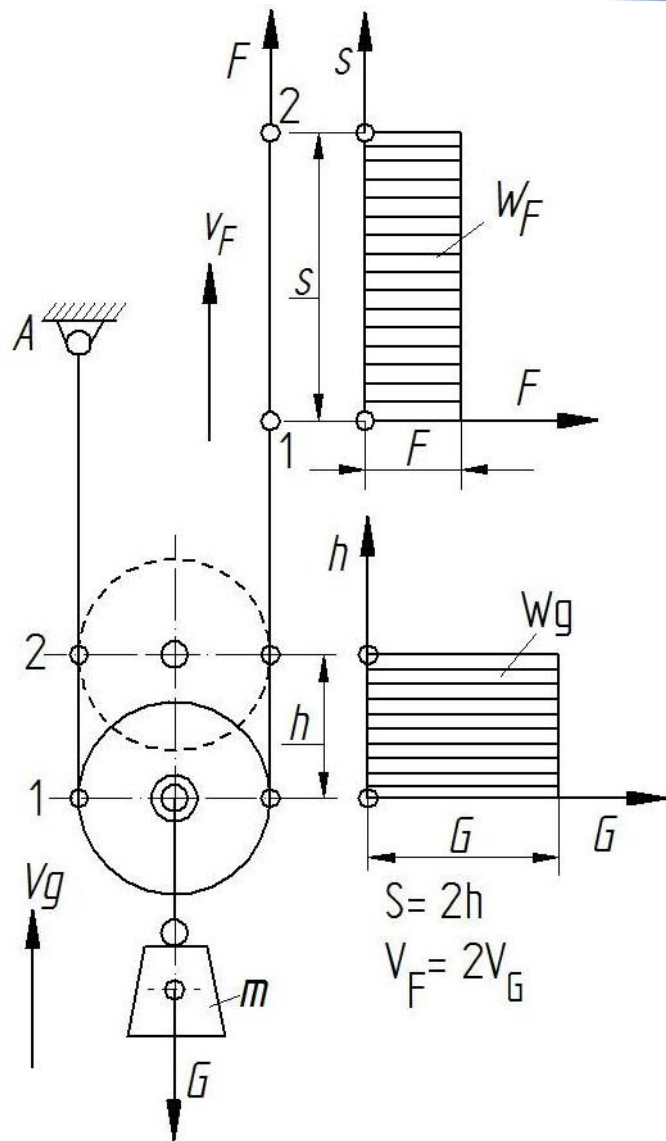
A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Könnyebb a munkavégzés, ha a közlőmű a munkát módosítható sebességgel viszi át
- Haladó mozgás esetén módosítható:
 - - az elmozdulás iránya
 - - a munkasebesség nagysága
- Áttétel: a munkasebesség változása alapján

$$i = \frac{v_F}{v_G}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



Mozgó csigán átvetett kötél

- módosítás
- egyik ágát állványhoz rögzítjük
- másik ágát

F mozgatóerővel húzzuk

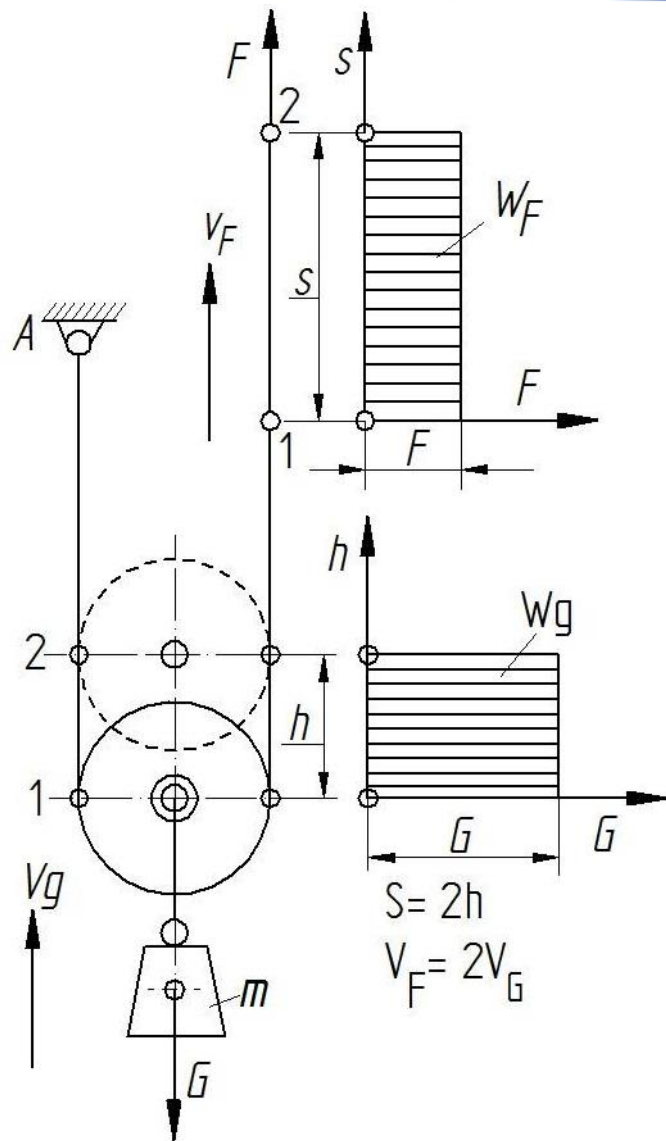
- a mozgócsiga tengelyére m tömegű terhet függesztünk, amire

$$G = m \cdot g$$

erő hat

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



- A munkasebességek aránya:
- a t idő alatt befutott h és s utak arányával határozható meg
 - a teher súlypontjának h magasságra emeléséhez a mozgócsigát tartó mindkét kötélagat ugyanakkora h darabbal kell megrövidíteni a jobboldali kötélvég
- $s = 2h$ elmozdításával

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A módosítás kétszeres:

$$i = \frac{S}{h} = \frac{v_F}{v_G} = 2$$

A gyakorlatban az áttételt egynél nagyobb számmal szokás kifejezni akár lassító, akár gyorsító az áttétel

A súrlódás munkáját most figyelmen kívül hagyva:

- az energiamegmaradás elve szerint
- a tökéletes gép, egyenletes üzemben annyi munkát szolgáltat, mint amennyit abba befektettünk
- ez az időegység alatt elfogyasztott munkára a teljesítményre is vonatkozik

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

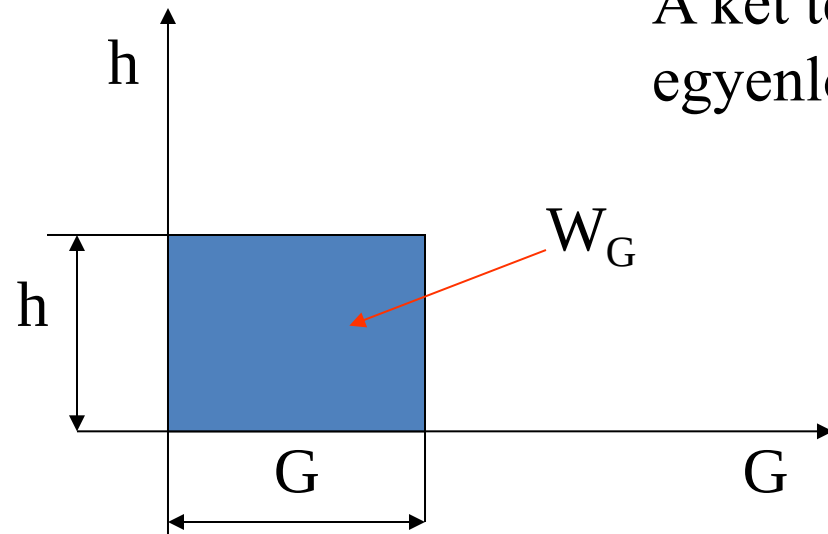
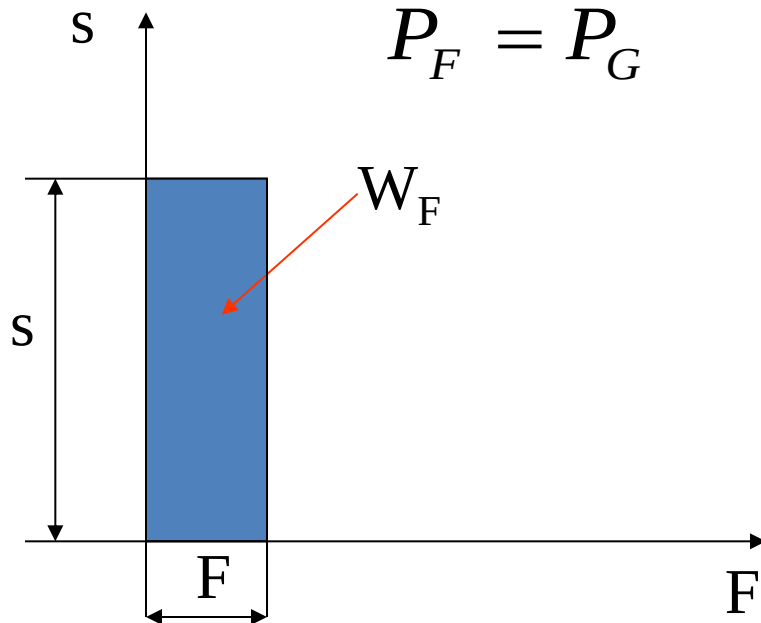
- A tökéletes gép a hajtóerő teljesítményét teljes egészében hasznosítja
- Írható:

$$W_F = W_G$$

$$F \cdot s = G \cdot h$$

$$P_F = P_G$$

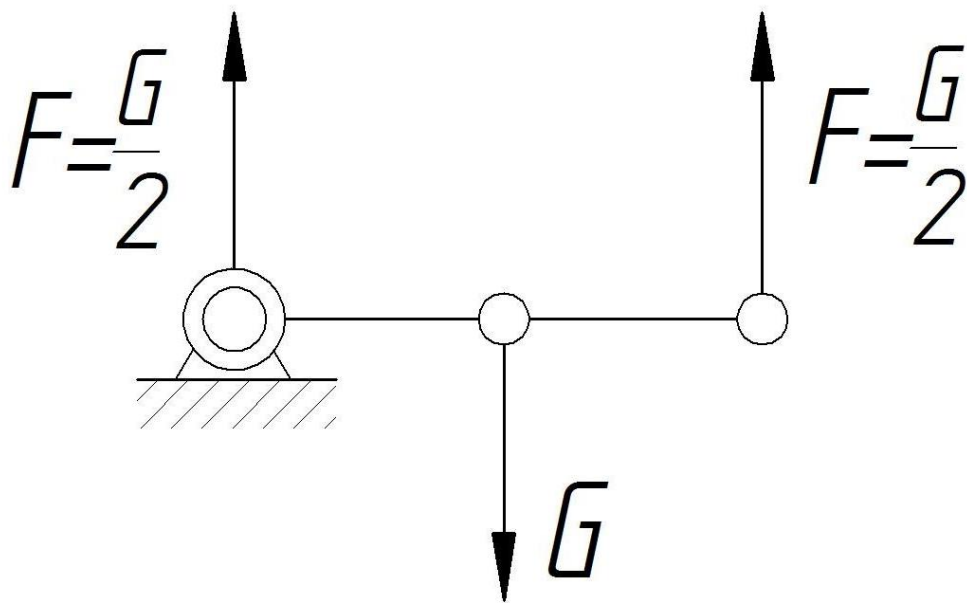
$$F \cdot v_F = G \cdot v_G$$



A két terület
egyenlő

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



Az elmozdulás módosulása együtt jár az erő módosulásával is

- Az m teherre ható
- G súlyerő a két kötélágon
- oszlik meg, a mozgató erő
- fele akkora

$$G = 2 \cdot G$$

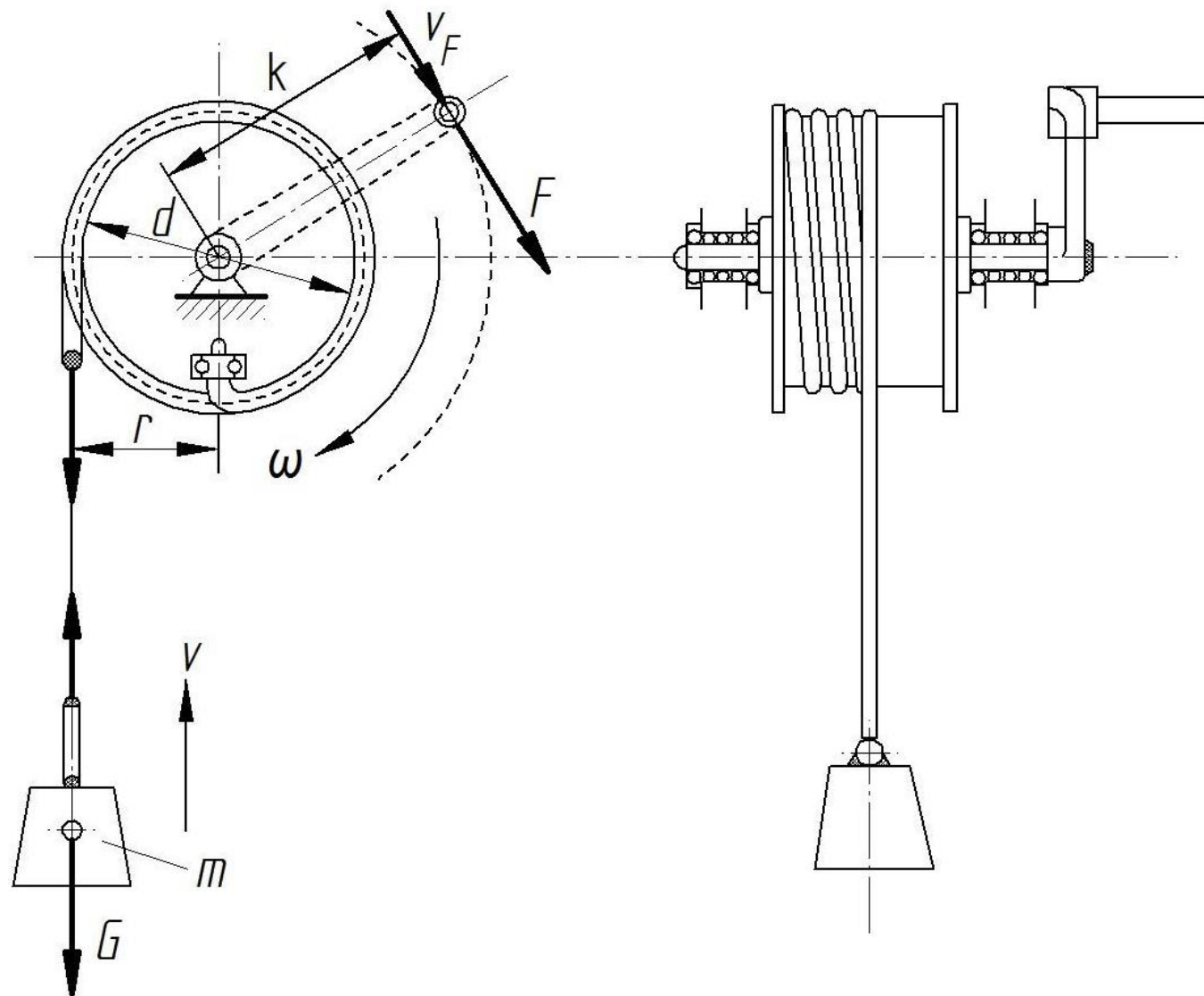
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A mozgócsigák szaporításával a teherre ható súlyerő
- több kötélágra is megosztható, az áttétel növelhető
- - nagy áttételek megvalósítására nem alkalmas
- (nyolcszoros áttételre négy mozgócsigára van szükség)
- - mechanikai munka nagyobb mértékű módosítása
- forgómozgással lehetséges
- - többféle megoldási lehetőség oda - vissza

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



Tehoremelés
kötéldobbal
- hajtókar –
dobátmérő arány
átételváltozás

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A mechanikai munka átvitele forgó mozgással
 - forgó mozgásnál a mozgató erő iránya a körpálya kerületéhez húzott érintő iránya
 - a tangenciális F erőt röviden kerületi erőnek nevezzük
 - körmozgás sebessége a kerületi sebesség
 - a kerületen kifejtett erő (F) és a munkasebesség (v_F) a teljesítményigényt meghatározza

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A gépek működtetése pl. kormányzás stb. emberi erő kifejtést igényelhet
 - tervezéskor elsőrendű szempont, hogy szükséges erő kifejtés megerősítés, kifáradás nélkül menjen végbe (ergonómiai szempontok, munkavédelmi előírások)
 - az előírásokat meghaladó erő kifejtés felett segédenergia (szervo) igénybevétele
 - a beavatkozás mértékének érzékelésére itt is erő feszítéssel számolunk

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A forgó mozgás néhány jellemzője:
 - időegység alatti szögelfordulás, szögsebesség
 - gyakorlatban a szögsebesség mellett fordulatszám, az egységnyi idő alatt megtett körülfordulások száma (n)
 - - a tengely egy körülfordulással 2π szöget
- ír le. Ha 1 s alatt n a körülfordulás száma, akkor a
a szögelfordulás $2\pi \cdot n$ ami éppen a szögsebesség

$$\omega = 2\pi \cdot n \dots \left[\frac{rad}{s} \right]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Egy körülfordulás alatt

$$2 \cdot \pi \cdot r$$

kerület futható be, egy sec. alatt, n körülfordulással megtett út:

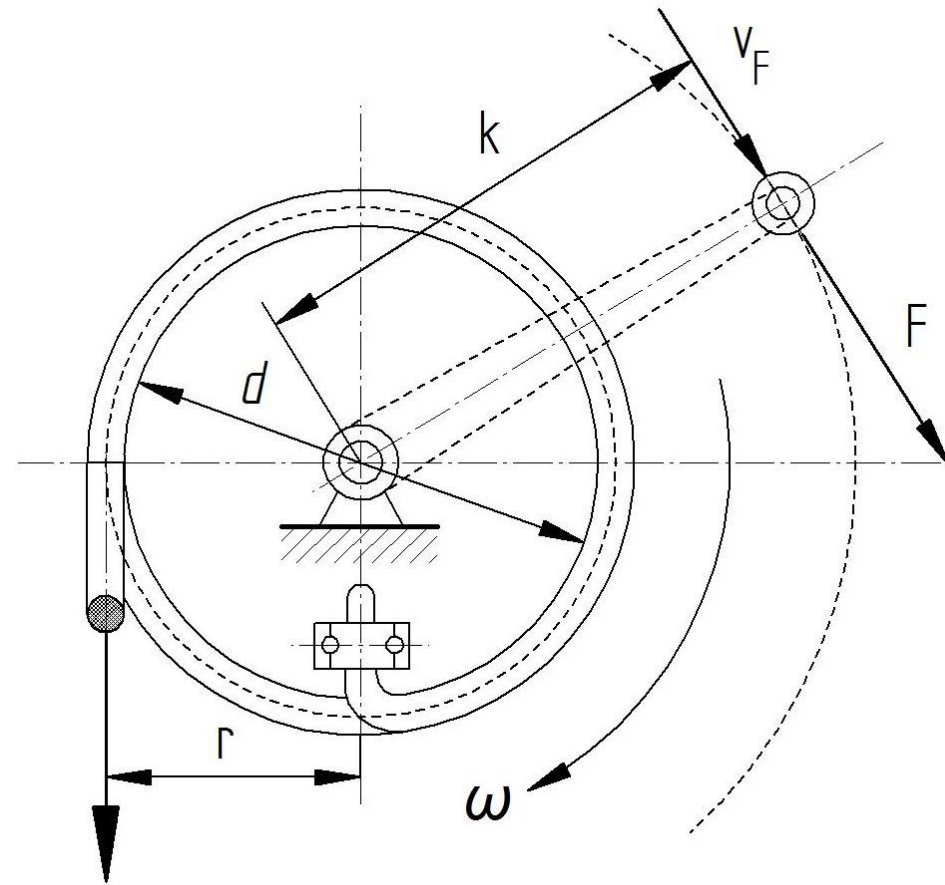
$$2 \cdot \pi \cdot r \cdot n$$

A kerületi sebesség:

$$v_k = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \dots \left[\frac{m}{s} \right]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



$$v_k = r \cdot \omega \dots \left[\frac{m}{s} \right]$$

a sugár és a szögsebesség
szorzata

k/r viszony
áttétel

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Példa:
- Egy $k=350$ mm karhosszúságú kézforgattyút hajtó
- dolgozó $F = 80 \dots [N]$ kerületi erővel és
 $v_F = 1,0 \dots \left[\frac{m}{s} \right]$ kerületi sebességgel dolgozik.

Határozzuk meg a gép hajtására fordított teljesítményt!

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A tengely fordulatszáma:

$$v_k = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n \dots \left[\frac{m}{s} \right] \longrightarrow n = \frac{v_f}{2 \cdot \pi \cdot k}$$

Itt $k=r$

$$n = \frac{1,0}{2 \cdot \pi \cdot 0,35} = 0,455 \dots \left[\frac{1}{s} \right]$$

$$\left[\frac{1}{s} \right]$$

a fordulatszám SI alapmértékegysége

$$\left[\frac{f}{s} \right]$$

$$\left[s^{-1} \right]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A tengely szögsebessége:

$$v_k = r \cdot \omega \dots \left[\frac{m}{s} \right] \quad \longrightarrow \quad \omega = \frac{v_F}{k}$$

$$\omega = \frac{v_F}{k} = \frac{1,0}{0,35} = 2,85 \dots \left[\frac{rad}{s} \right]$$

A gép hajtására fordított teljesítmény:

$$P = F \cdot v_F = 80 \dots [W]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A forgatónyomaték munkája:
- A kerületi erő teljesítménye:

$$P_F = F \cdot v_F = k \cdot F \cdot \omega = M \cdot \omega \dots [W]$$

a $k \cdot F$ szorzat az erő tengelyt terhelő nyomatéka
un. forgatónyomaték (M)

M arányos az erő tengelytől mért távolságától

A forgatónyomaték mértékegysége: Nm

Formailag a mechanikai munkával megegyezik

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A két fogalom között lényegi különbség:
 - mechanikai munka: a hosszúság az erő irányába mutató út
 - forgatónyomaték: az erőre merőleges karhosszúság
- Emiatt a munka (legyen az bármilyen eredetű,
- lényegét, fizikai tartalmát a forgatónyomatékkal nem összekeverendő mértékegysége a joule (J)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A kerületi erő teljesítményét a forgatónyomatékkal is
- kifejezhetjük:

$$P = M \cdot \omega \dots\dots[W]$$

Az egyenlet nemcsak a mozgatóerőre érvényes, hanem a munkát fogyasztó ellenállás nyomatékára is (mindig összetartozó mennyiségek)

Az F mozgatóerő teljesítménye:

$$P_F = M_F \cdot \omega_F \dots\dots[W]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A ellenállás legyőzésére fordított teljesítmény:

$$P_G = M_G \cdot \omega_G \dots\dots[W]$$

A teljesítményt azonban a gyakorlatban jobban mérhető fordulatszámmal célszerű kifejezni:

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M \dots\dots[W] \qquad \omega = 2\pi \cdot n \dots\dots \left[\frac{rad}{s} \right]$$

A teljesítmény egyenesen arányos a fordulatszámmal,
Nagy fordulatszámú motorok!!!!

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A P teljesítményű és n fordulatszámú gép
- forgatónyomatéka:

$$M = \frac{1}{2 \cdot \pi} \frac{P}{n} \dots\dots [Nm]$$

A csavaró igénybevételre történő méretezéskor szükséges

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A kötéldob mozgás jellegét változtató szerepe:
- - a dobpalástra felcsavarodó kötéel sebessége a dob
- kerületi sebességével azonos
- - a kerületi sebességet a mérnöki gyakorlatban

$$v = \pi \cdot d \cdot n \dots \dots \left[\frac{m}{s} \right] \quad \text{számoljuk}$$

(az átmérő a sugárnál könnyebben mérhető)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A dobra felfutó kötél a dob palástján forgatónyomatékokot fejt ki

A teher nyomatéka:

$$M_G = r \cdot G$$

A forgással ellentétes, a hajtóerő

$$M_F$$

nyomatékával győzhető le

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A forgás akkor egyenletes, ha a hajtóerő nyomatéka
- egyensúlyt tart a terhelő nyomatékkal

$$M_F = M_G$$

A forgás egyenletességét a szögsebesség és a fordulatszám állandósága fejezi ki

$$\omega = \textit{const}$$

$$n = \textit{const}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Elvi azonosság az átvitt munkában:
- forgó mozgás: forgatónyomaték, szögsebesség
- haladó mozgás: erő, sebesség

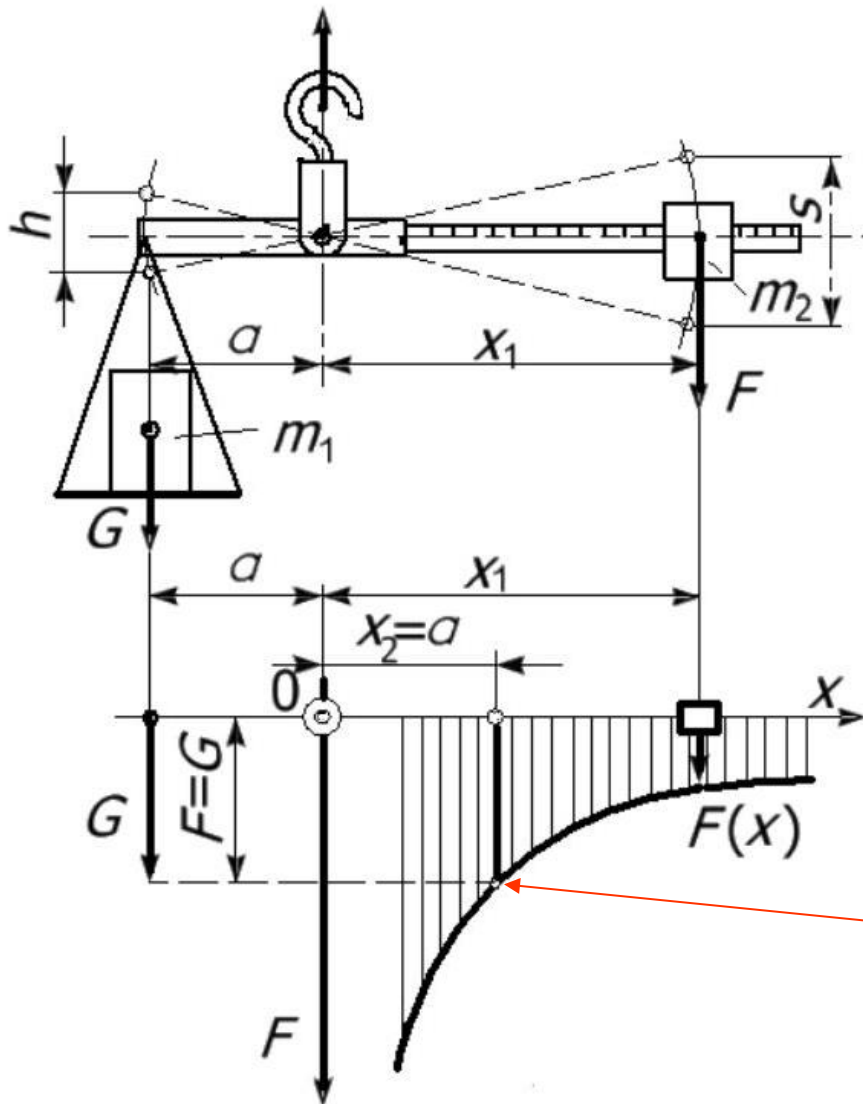
$$P = F \cdot v \dots\dots[W]$$

$$P = M \cdot \omega \dots\dots[W]$$

Később: más munkák analógiája
villamos
hidraulikus
pneumatikus stb.

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



A forgatónyomatékok
egyensúlya:

$$G \cdot a = F \cdot x$$

Két ellenkező értelmű
forgatónyomaték
egyenlősége

Az

$$F = F(x)$$

hiperbolikus lefolyása

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Példa:
- Egy $P = 22...kW$ teljesítményű villamos motor fordulatszáma $n = 1450.....\left[\frac{1}{\text{min}}\right]$ azaz
 $n = 24,2.....\left[\frac{1}{s}\right]$

Határozzuk meg a:

- forgatónyomatékokot
- a motortengely szögsebességét

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A motor tengelyén kifejtett forgatónyomaték:

$$M = \frac{1}{2 \cdot \pi} \frac{P}{n} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \frac{22 \cdot 10^3}{24,2} 144,7 \dots [Nm]$$

A motortengely szögsebessége:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot \pi \cdot 24,2 = 152 \dots \left[\frac{rad}{s} \right]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A tengelyre szerelhető szíjtárcsa átmérője:
- gyakorlati tapasztalat szerint az öntöttvas szíjtárcsa
- kerületi sebessége ne lépje túl a

$$v_k = 30 \dots \left[\frac{m}{s} \right] \quad \text{szilárdsági követelmények}$$

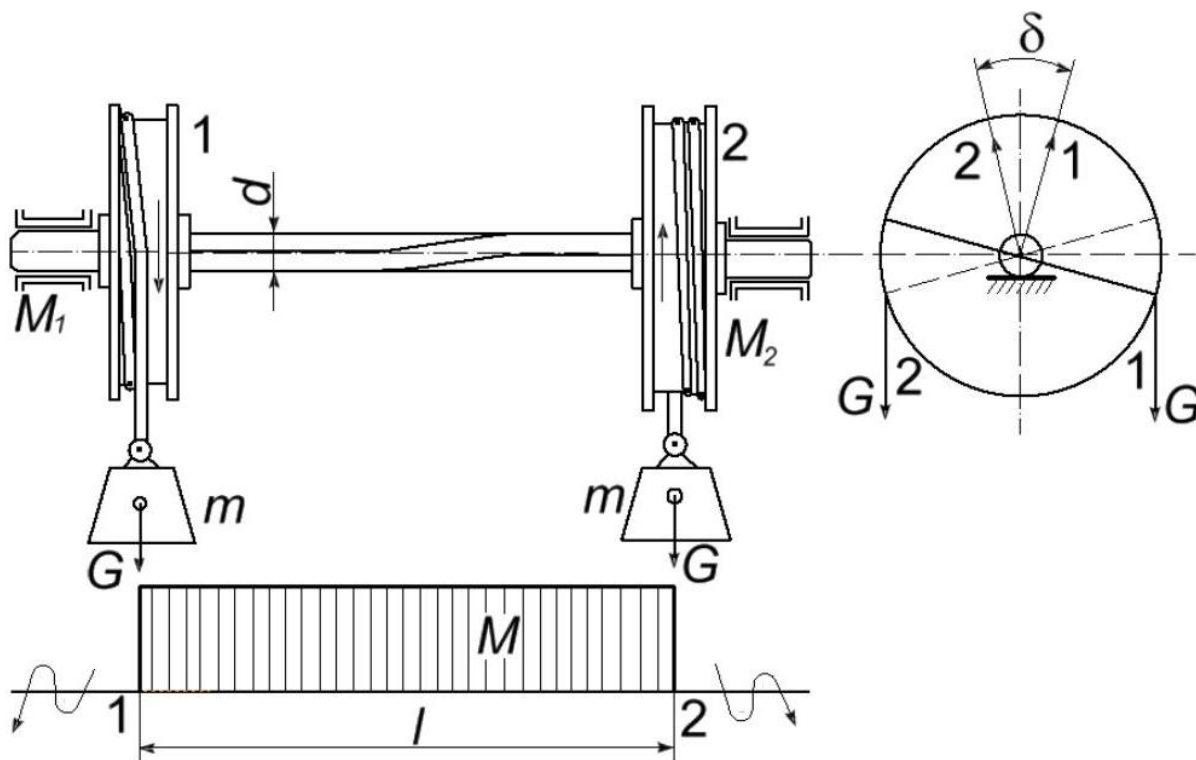
A szíjtárcsa átmérő:

$$d = \frac{v}{\pi \cdot n} = \frac{30}{\pi \cdot 24,2} = 0,395 \dots [m]$$

d = 400 mm-re felkerekített átmérő még megfelel

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



A forgatónyomatékokat átvivő tengely a nyomaték és az ellennyomaték síkja között elcsavarodik
Csavarónyomaték:
A tengelyszakasz
Minden szelvényében ugyanakkora

Szilárdságtani és mozgástani feltételek, korlátozott rugalmas alakváltozás

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A forgatónyomaték mérése:
 - a csavarónyomatékkal arányos jel, mérőelem
 - mérő-átalakító
 - kijelző, leolvasó
 - adatgyűjtő, számítógépes
 - mérés álló, forgó helyzetben
 - túlterhelés-védelem

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Az erőgépek forgómozgás formájában szolgáltatják a mechanikai munkát
- A szolgáltatott mechanikai teljesítményt a hajtóerő forgatónyomatéka és a tengely fordulatszáma határozza meg.
- Rendszerint nincsenek összhangban a munkagépek jellemzőivel (egyedi hajtás esetén is változó
- Terhelés változó talajjellenállás, gyorsítás, fékezés stb miatt

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Csoporthajtás esetén még nagyobb eltérések,
- különböző fordulatszámok
- teljesítmény-igények
- Közlőművek:
 - merev
 - csúszó kapcsolat
 - módosító áttételek

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Felsorolás szintjén néhány:
 - tengelykapcsolók, merev v súrlódó, nincs áttétel
 - súrlódó kerekek,
 - fogaskerekek
 - láncok
 - szíjak: laposszíz, ékszíz, bordázott szíz, fogazott szíz
 - csiga-csigakerék

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

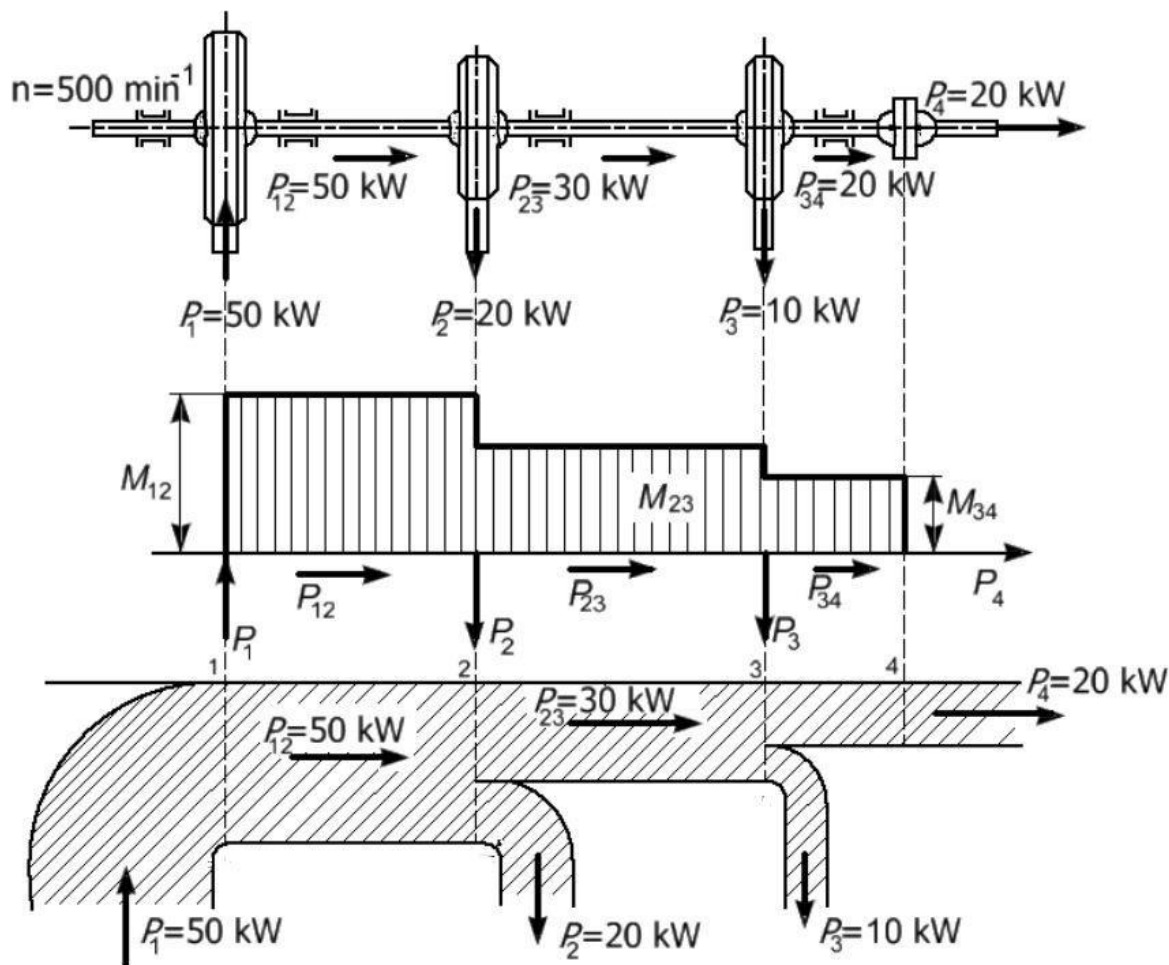
A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A mechanikai munka szétosztása:
 - a közlőmű akár haladó, akár forgó mozgással viszi
- át a mechanikai munkát, egymásba kapcsolódó
- elemek láncolatán keresztül tartja egyensúlyban a
- mozgatóerőt az ellenállással.
- a munkabevezetés helyétől a munkaátadás helyéig terhelés alatt áll
 - a munkaátvitel folyamata energiaárammal szemléltethető

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Egy közlőműtengely energiaábrája:

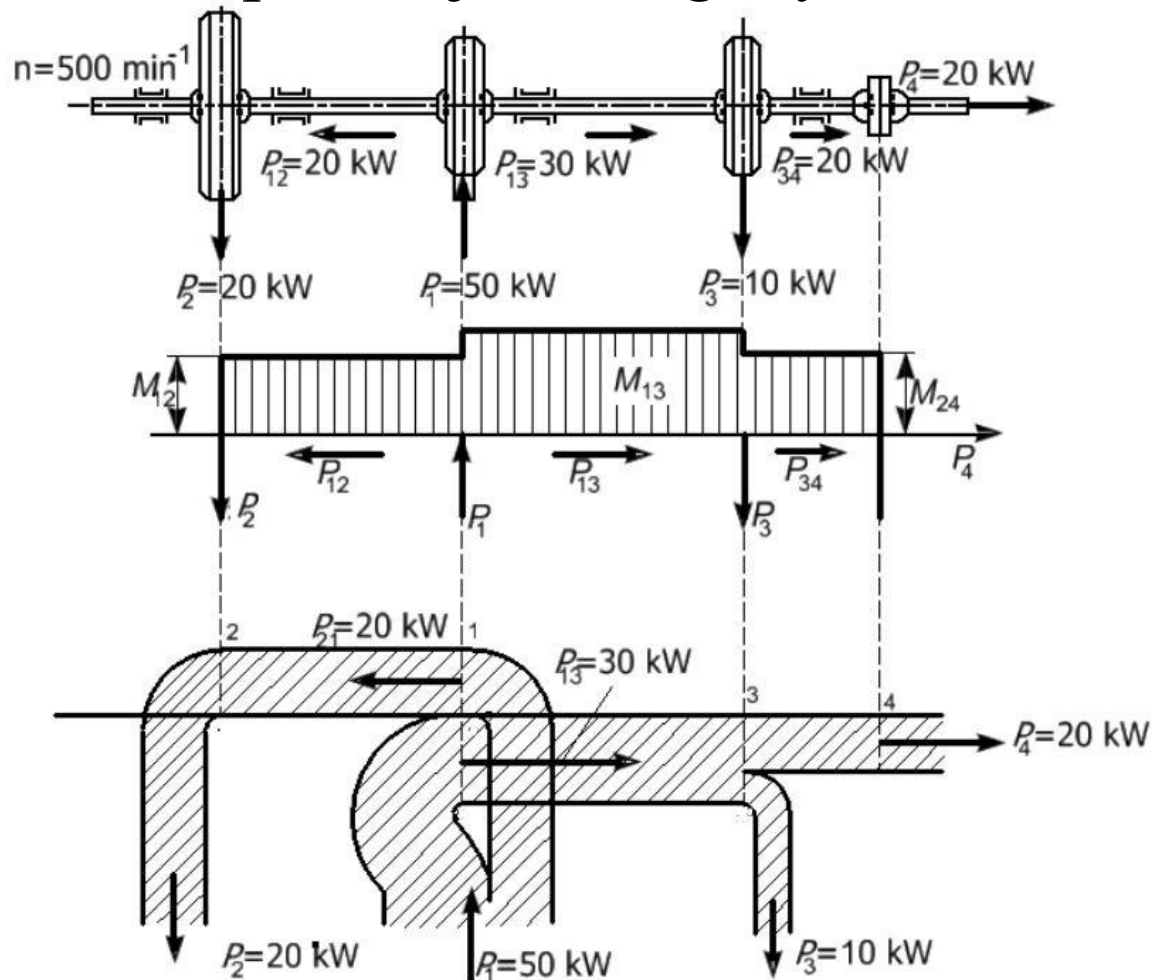


Az első szakaszt mind az 50 kW terheli, az első tengelyszakaszt erre kell méretezni

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Középről hajtott tengellyel:



Az 50 kW helyett
30 kW-ra elég a
méretezés

A tengely igénybe-
vétele kisebb

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A munkasebesség befolyása a gép méretére:
 - a munkasebesség, fordulatszám növelésével a gépek teljesítőképessége fokozható
 - azonos teljesítmény szolgáltatásához kisebb méretű gép
 - tömegében, árában meglátszik
 - a gyors járású gép (pl. villamos motor) a lassú járásúnál olcsóbb, tömege, helyszükséglete kisebb

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Hátránya:
 - - élettartam csökken, a kopás mértéke a sebesség
 - növekedésével nő (csapok, csapágyak, hüvelyek, futófelületek)
 - - magasabb fenntartási költség
 - - a munkasebesség helyes megválasztása:
 - nagy tapasztalat, üzemeltetési körülmények ismerete, gazdaságossági kérdések

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A gépcsoport üzemterve. A terhelés
- A mechanikai teljesítmény:
- időegység alatt végzett munka:

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots [W]$$

Ha egy P teljesítményű gép t ideig dolgozik, a végzett munka a teljesítmény és az idő szorzatával arányos

$$W = P \cdot t \dots\dots [J]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

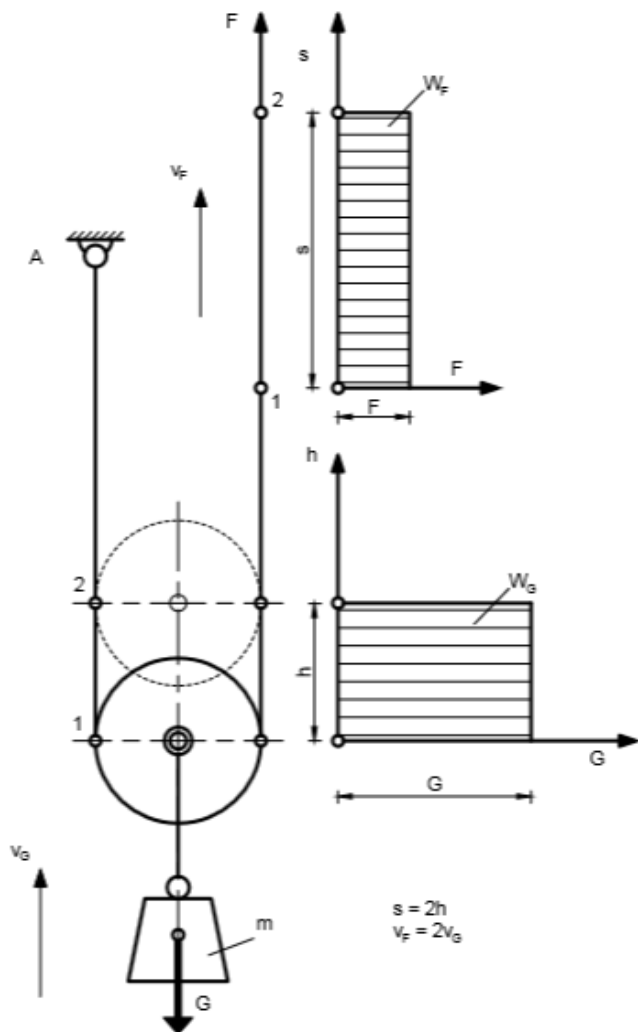
A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A J , W a gyakorlat számára kis értékek,
- prefixummal használjuk:
- kJ, MJ,
- kW, MW stb
- kWh a köztudatban benn van, pl. a villamos energia egységára stb,
- a munka kerül „pénzbe”, ezért üzemtervet, munkatervet készítünk

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A mechanikai munka munkaterülettel szemléltethető

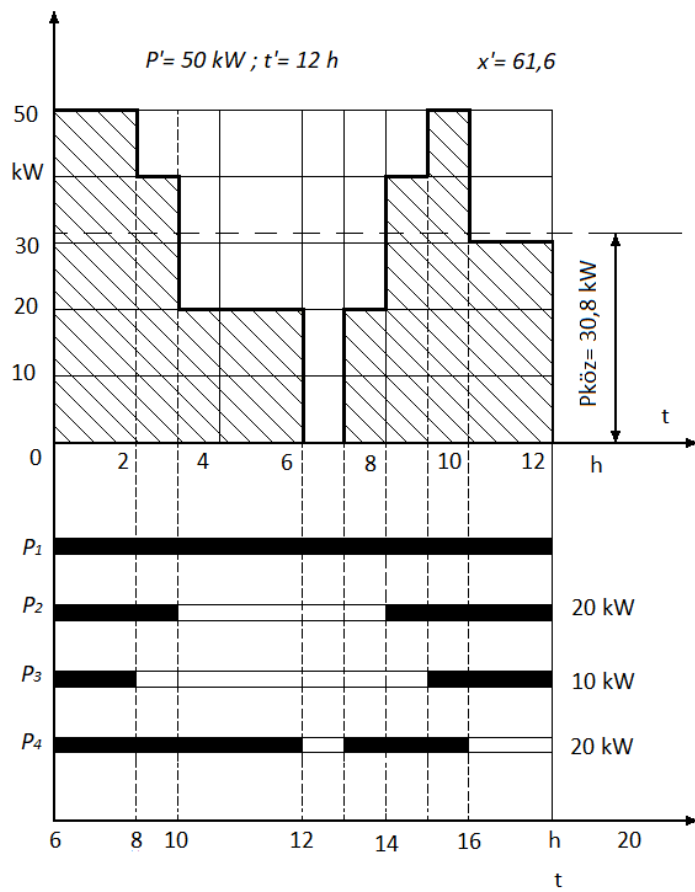


Az erő – út függvény területe
Az erő munkája befutott úton

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

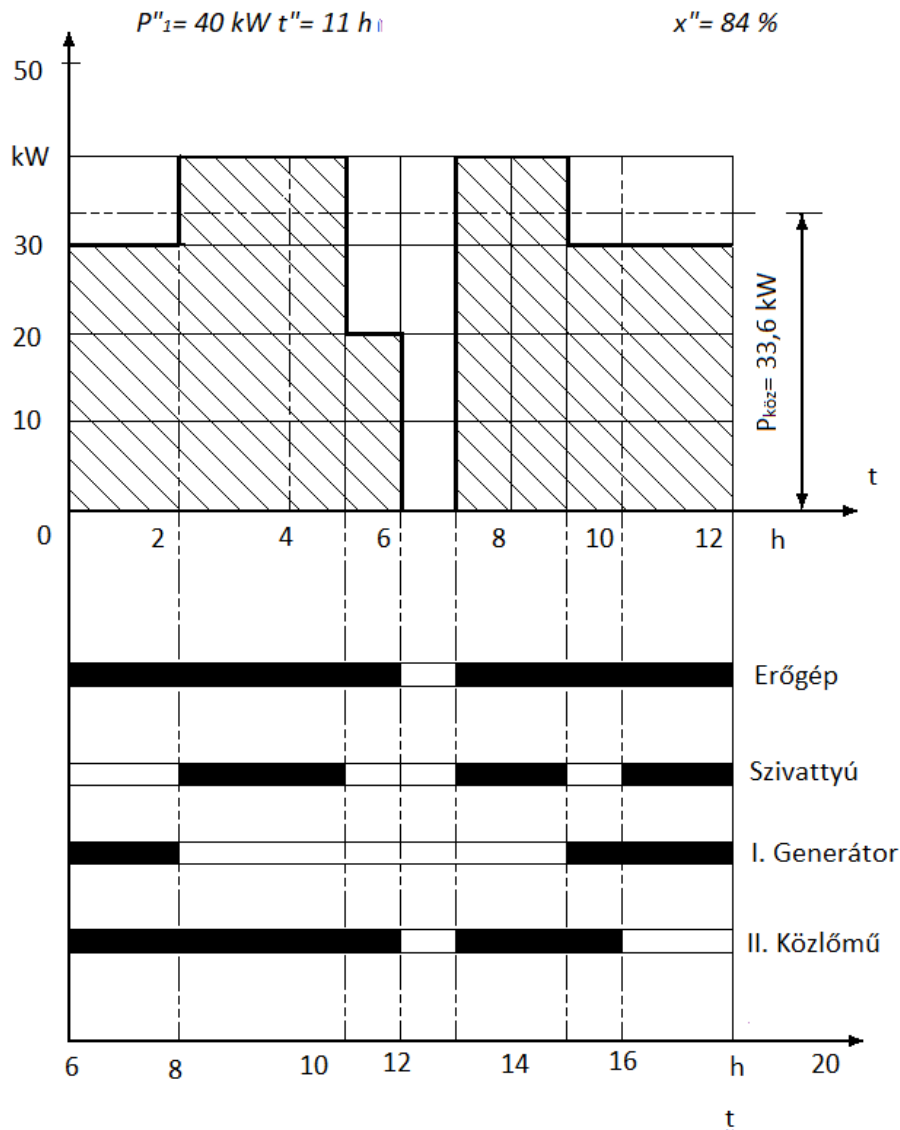
- A mechanikai teljesítmény munkájának szemléltetése
- az idő függvényében



A három fogyasztó bármikor, pl. az ábra szerint üzemeltethető. Az üzemeltetéshez $P = 50$ kW teljesítményű erőgép kell, de ez nincs kihasználva a teljes munkaidőben.

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



Egyes gépek üzemeltetési idejének áthelyezése
A teljesítményigény $P = 40 \text{ kW}$ -ra csökken,
jobb kihasználás,
gazdaságosabb üzem

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A gép teljesítőképessége, megszabja a teherbírást
- amire a gépet méretezzük
 - teljes terhelés
 - ehhez viszonyítjuk a gép mindenkori teljesítményét

$$P = \chi \cdot P_i$$

különböző gépek meghatározott ideig túlterhelhetők
pl. villamos gépek, határt szab általában a tekercs-
- szigetelések túlmelegedése

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Erőgépek gazdaságosságának megítélése:
- üzemanyagfogyasztás:
 - teljes terhelésnél
 - háromnegyed
 - fél
- az állandó veszteségek miatt pl. súrlósági, önvontatási stb az üzemeltetés részterheléseknél
- gazdaságtalanabb

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A gép veszteségei és hatásfoka:
 - ideális gép: a súrlódásból adódó veszteségeket
- elhanyagoljuk
- az ideális gép vizsgálata: a gép működésének alaptörvényei
- a mechanikai és fizikai összefüggések könnyebb felismerése az energiafolyamatot eltorzító hatások figyelmen kívül hagyásával

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Ideális gép, elméleti számításaink szabatosága, a
 - súrlódásmentes szerkezet működésének alaptörvényeiben elhanyagolásra nincs szükség
 - A legfontosabb alaptörvény az energiamegmaradás elve: a gép annyi energiát szolgáltat, amennyit bevezettünk Perpetuum mobile, örökmozgó nem létezik
- sokan feltalálták ?!
- sokkal durvább: 100 % feletti hatásfokok ma is újságban megjelennek pl. kondenzációs kazánnál 107 %

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Szakmai cikkek lektorálása
- Az elméleti eredmények átvitele a valóságos gépre
- kiegészítésekkel
- A gép mozog, súrlódási erők terhelik, a súrlódási erők munkáját is a hajtóerő adja, ez nem hasznosítható
- lehet, hogy csúszás miatt a munkasebesség egy részét elveszítjük
- A hővé alakult veszteségeket visszanyerni nem tudjuk

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A súrlódási munka időegységre vonatkoztatott értéke
- a teljesítményveszteség
- Közlőművek: a súrlódási és megcsúszási veszteségek
- hővé alakulnak
- Minden energiaátalakításnál, energiaátvitelnél nem
- hasznosítható veszteségekkel kell számolni
- A „veszteség” fogalom a fejlődő hő értékelésére vonatkozik

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A veszteségként „elkönyvelt” hő, vagy egy része adott esetben fűtésre, vízmelegítésre hasznosítani lehet
 - gépjárművek utasterének fűtése télen
 - - teremfűtéskor figyelembe vesszük a berendezések hőveszteségét (izzók)
 - abszorpciós klímák
 - élő szervezetek által termelt hő (biológiai kazán) („a tehén volt a radiátor”)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A veszteségek nagyságát az energiamérleg mutatja
- annyi energiát kell bevezetni, amennyi hasznosul +
- amit a veszteségek felemésztenek

P_v teljesítményveszteség

P_F a működtető erő által bevezetett teljesítmény

P_G az ellenállás által felvett, hasznos teljesítmény

$$P_v = P_F - P_G \dots\dots[W]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A veszteség abszolút nagysága nem utal a gép
- Minőségére, nagyobb gépnél viszonylag kicsi lehet
- A veszteség viszonylagos értéke a hasznosítási fok
- röviden hatásfok:

$$\eta = \frac{P_G}{P_F}$$

hasznosított

bevezetett

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

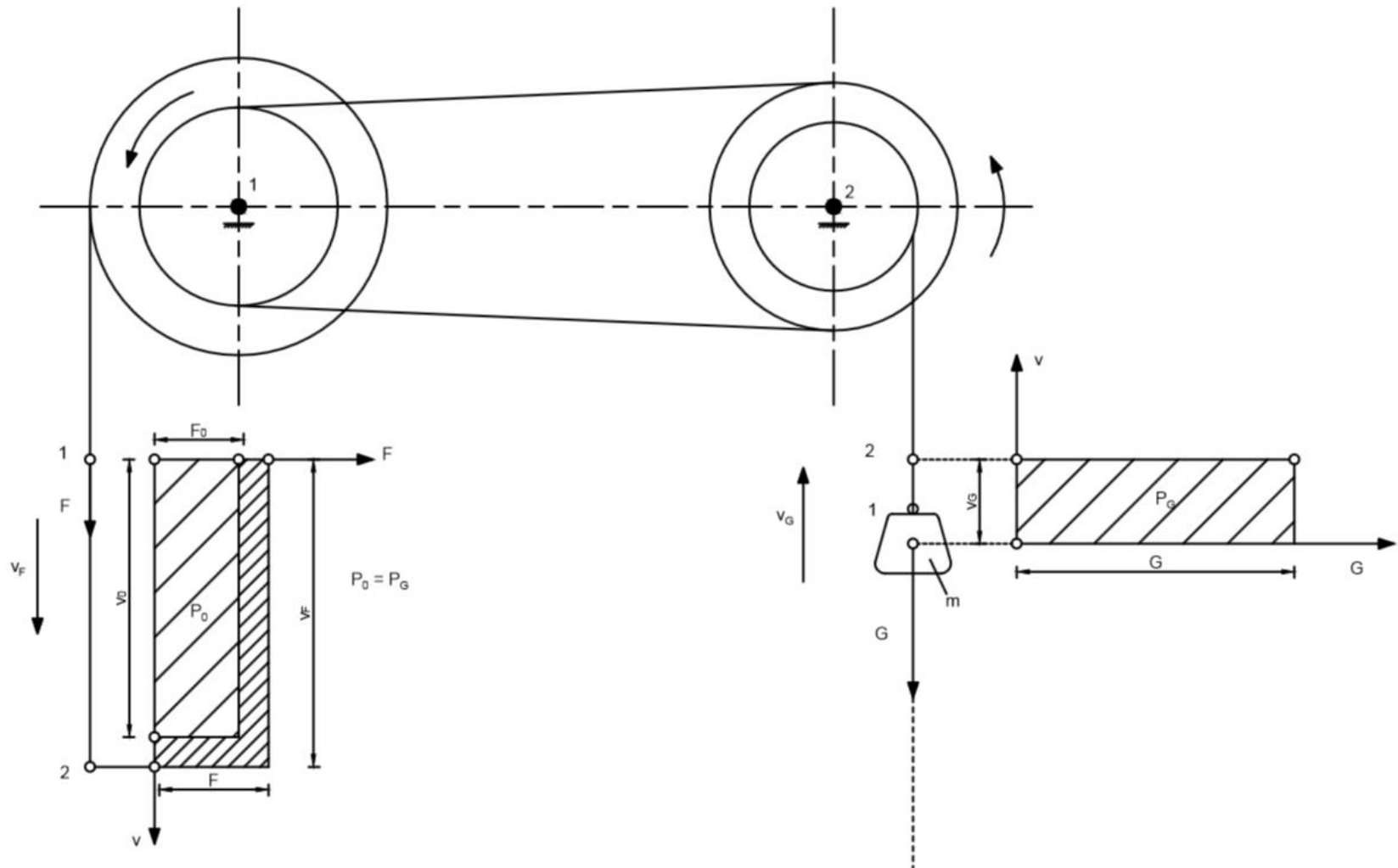
A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A hatásfok így is fogalmazható: a tökéletes gép fogyasztásának viszonyítása a valóságos gép fogyasztásához
- A hatásfok bevezetésével az üzemtani számítások egyszerűsíthetők
- A hatásfok mértéke tervezéskor tapasztalati eredmények alapján becsléssel megadható,
- működő gépen kimérhető

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

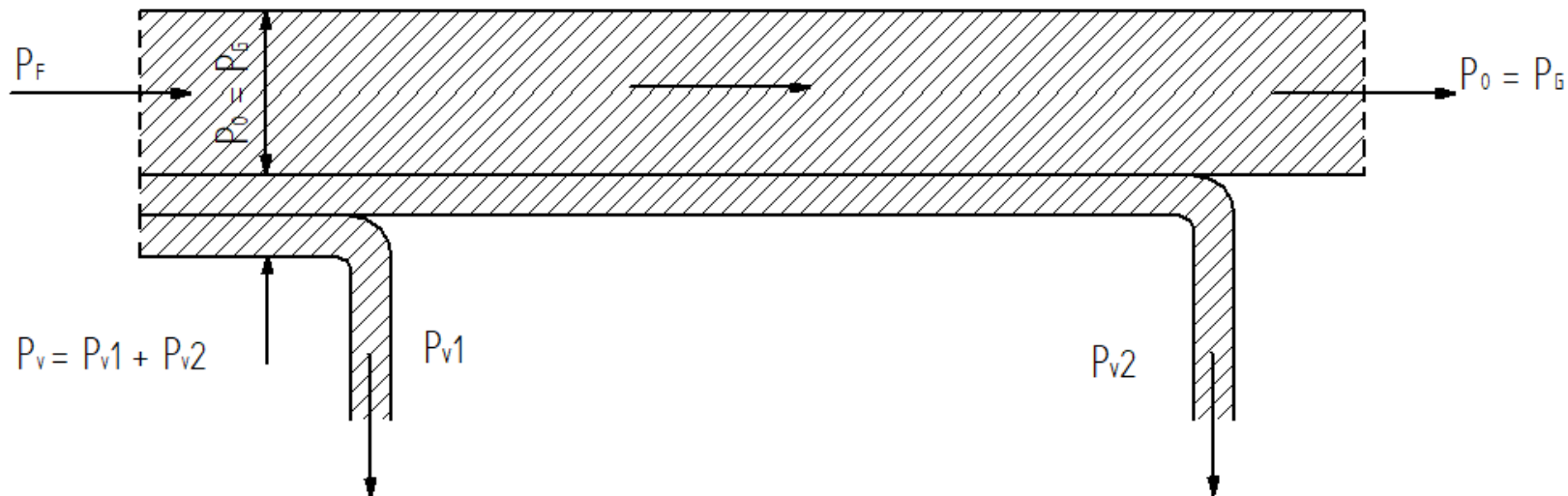
- Energiaábra: a két csapágó vesztesége



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Energiaábra:



Szemléletes kép az energiahelyzettől

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Példa: Egy $P_h = 30 \dots [kW]$ teljesítményt leadó villanymotor fogyasztása teljes terheléskor $P_{\ddot{o}} = 35 \dots [kW]$

A motor hatásfoka:

$$\eta = \frac{P_h}{P_{\ddot{o}}} = \frac{30}{35} = 0,857$$

A veszteség tehát a bevezetett energia 14,3 %-a

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- 5 kW veszteség hővé alakul és a környezetbe megy át
- Egy vasaló teljesítményigénye ≈ 1 kW
- Egy 120 l-es boyleré ≈ 2 kW
- Egy 40 m² –es 3 m magas lakás fűtésigénye ≈ 5 kW

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Példa: egy $P_h = 200 \dots [kW]$ teljesítményű villamos generátor teljes terhelésnél $\eta = 90\%$ -os hatásfokkal dolgozik

A gép hajtásához szükséges teljesítmény:

$$P_{\text{ö}} = \frac{P_h}{\eta} = \frac{200}{0,9} = 222 \dots [kW]$$

A veszteség tehát 22 kW

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Egy IH Case Magnum típusú traktor motorteljesítménye: $P_h = 280 \dots [kW]$

Egy dízel motor termikus hatásfoka (jó esetben)

$$\eta_t = 0,3$$

A motor működtetéséhez szükséges hőenergia:

$$P_{\ddot{o}} = \frac{P_h}{\eta_t} = \frac{280}{0,3} = 933 \dots [kW]$$

A hőenergia veszteség: 653 kW

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A gépek veszteségei és hatásfoka változó terhelés esetén, üresjárás
- a gép veszteségeit, hatásfokát teljes terhelésre un. névleges teljesítményre vonatkoztatják
- a méretezés alapja
- a teljes terhelésnél a legjobb a hatásfok
- a gazdaságos terhelés legyen azonos a teljes terheléssel

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

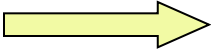
- A gép a munkaidejében azonban kisebb terheléssel is jár
 - bizonyos üzemszakaszokban terhelés nélkül, ez az üresjárás
 - ilyenkor a gép nem végez munkát

$$P_h = 0 \quad \longrightarrow \quad \eta = 0$$

A veszteségeknek megfelelő energiát fogyaszt

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

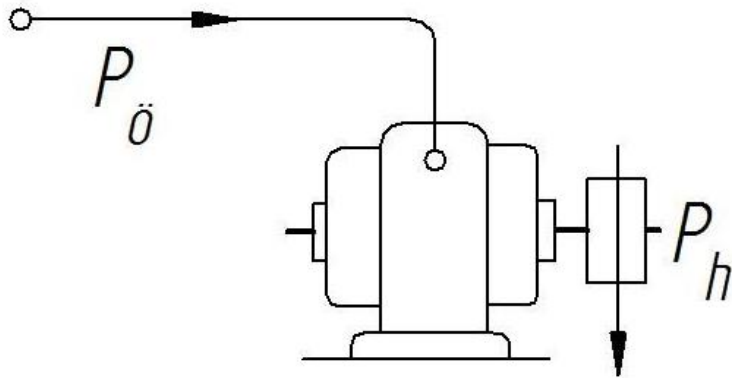
- A motor hatásfoka változó terhelés mellett nem lehet állandó
- különböző terhelések  más-más hatásfokok

A változó terheléssel dolgozó gép gazdaságossága nemcsak a hatásfoktól függ
meg kell vizsgálni a veszteségek jellegét
a hatásfok a terhelés függvényében P_h pontról pontra kiszámítható

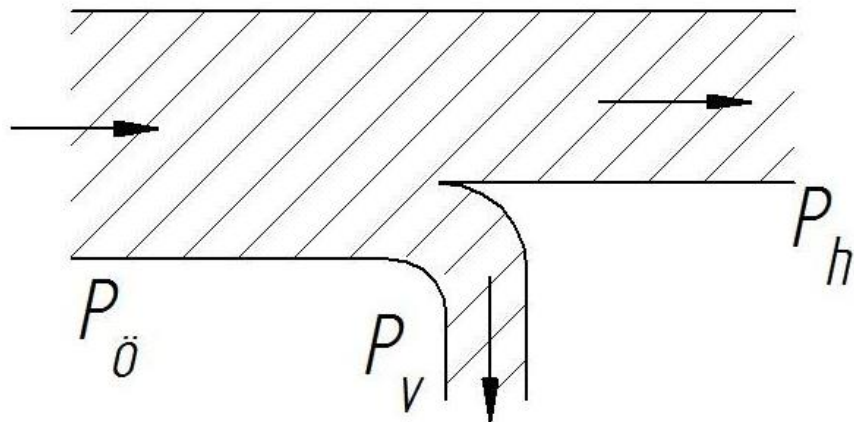
$$\eta = \eta(P_h)$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

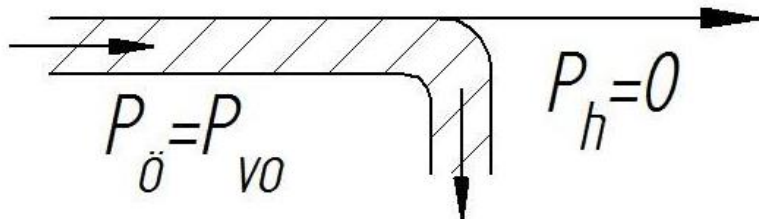
A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



A motor energia ábrája



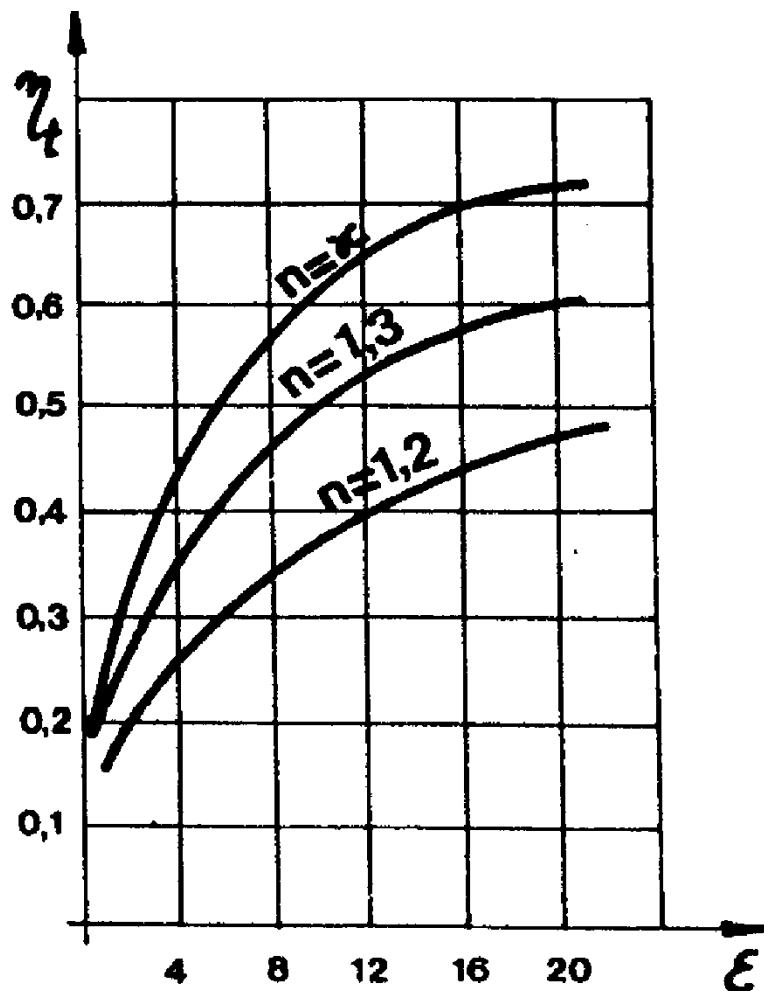
Teljes terhelésnél



üresjárásban

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



Otto körfolyamat termikus hatásfoka ϵ függvényében

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- A veszteségek típusai:
 - állandó veszteségek: terheléstől független
okok: súlyerő, állandó terhelőerő
 - változó veszteségek: terheléssel növekvő
okok: terheléssel arányos húzóerő
- villamos gép: az áramerősség négyzetével
áramlástechnikai veszteségek a sebesség köbével

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Átlagos hatásfok: napi, évi
 - változó terhelésű gépeknél az üresjárási veszteség miatt
 - az átlagos hatásfok mindig kisebb a gazdaságos terhelésnél elérhető hatásfokhoz képest
 - üzemtervtől függő
 - fűtőberendezéseknél idényhatásfok

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Átlagos hatásfok a t üzemidő alatt hasznosított
- munka alapján

$$\eta = \frac{W_h}{W_{\ddot{o}}}$$

hasznos és az munka hányadosa
mivel

$$W = P \cdot t$$

A munka P - t diagrammban a görbe alatti területtel
arányos

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Elegánsan:

a hasznos munka:

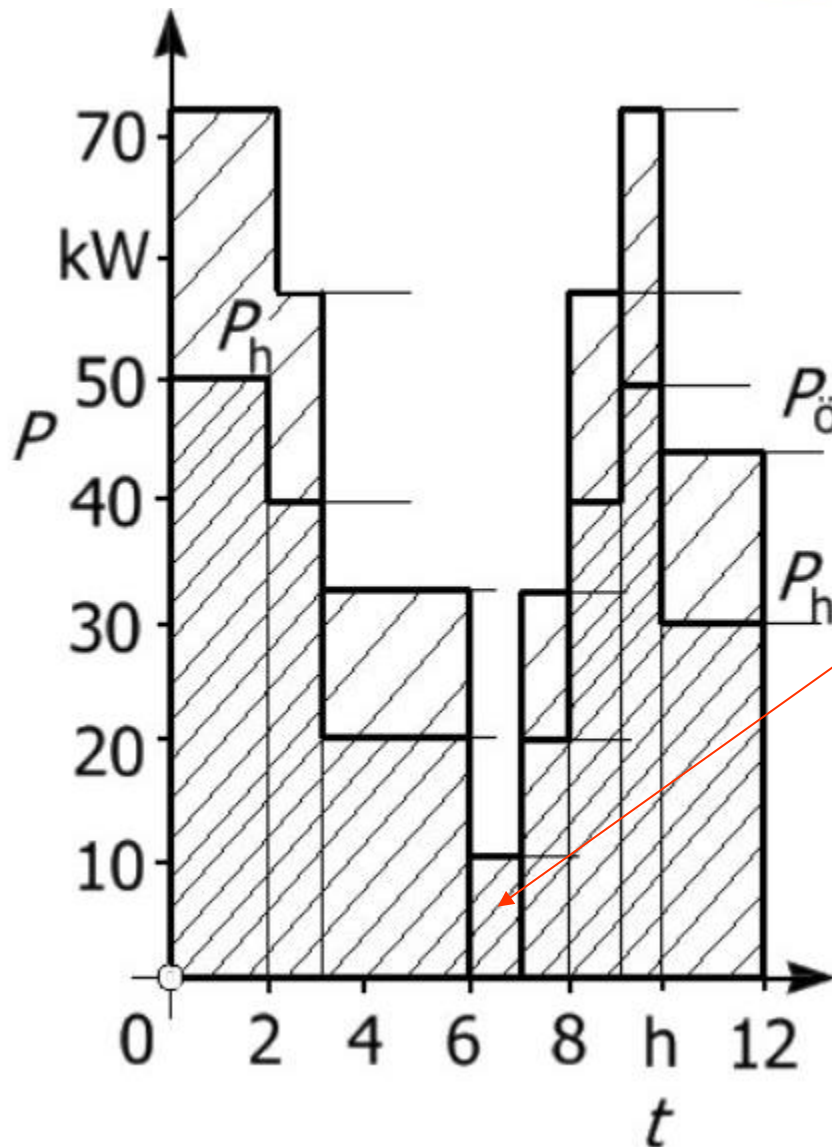
$$W_h = \int_0^t P_h dt$$

az összes munka:

$$W_{\ddot{o}} = \int_0^t P_{\ddot{o}} dt$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



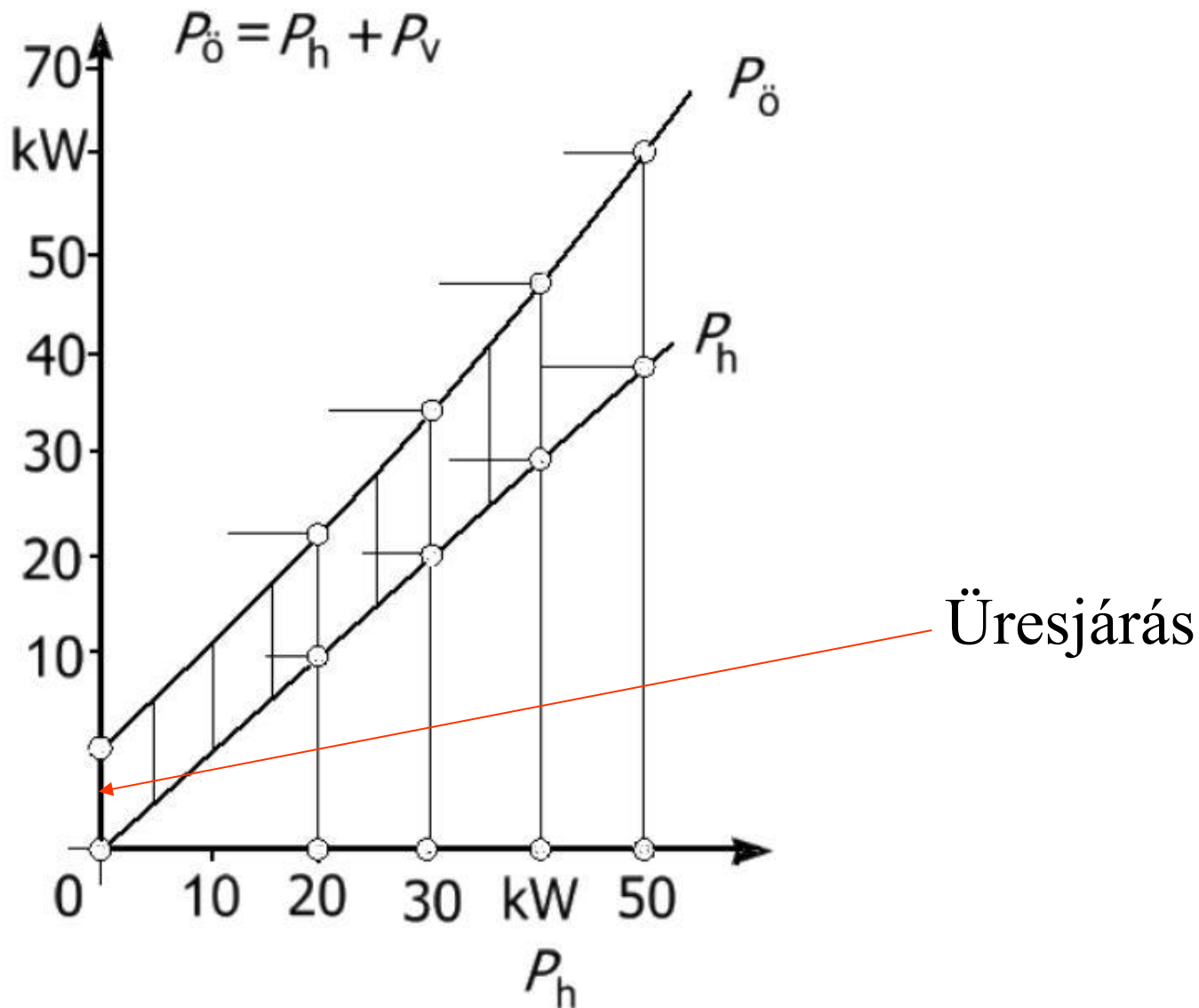
$$P_{\ddot{o}} = P_h + P_v$$

Üresjárás:

$$P_{\ddot{o}} = P_v$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Átlagos hatásfok: gépre
gépcsoportra
komplett erőműre
- Üzembiztonság
- Villamos áram szolgáltatás, számítógépes áramszolgáltatás (termelés, adás-vétel)
- fogyasztás (vezérelt fogyasztók) irányítás
- országos, nemzetközi, kontinentális hálózatok

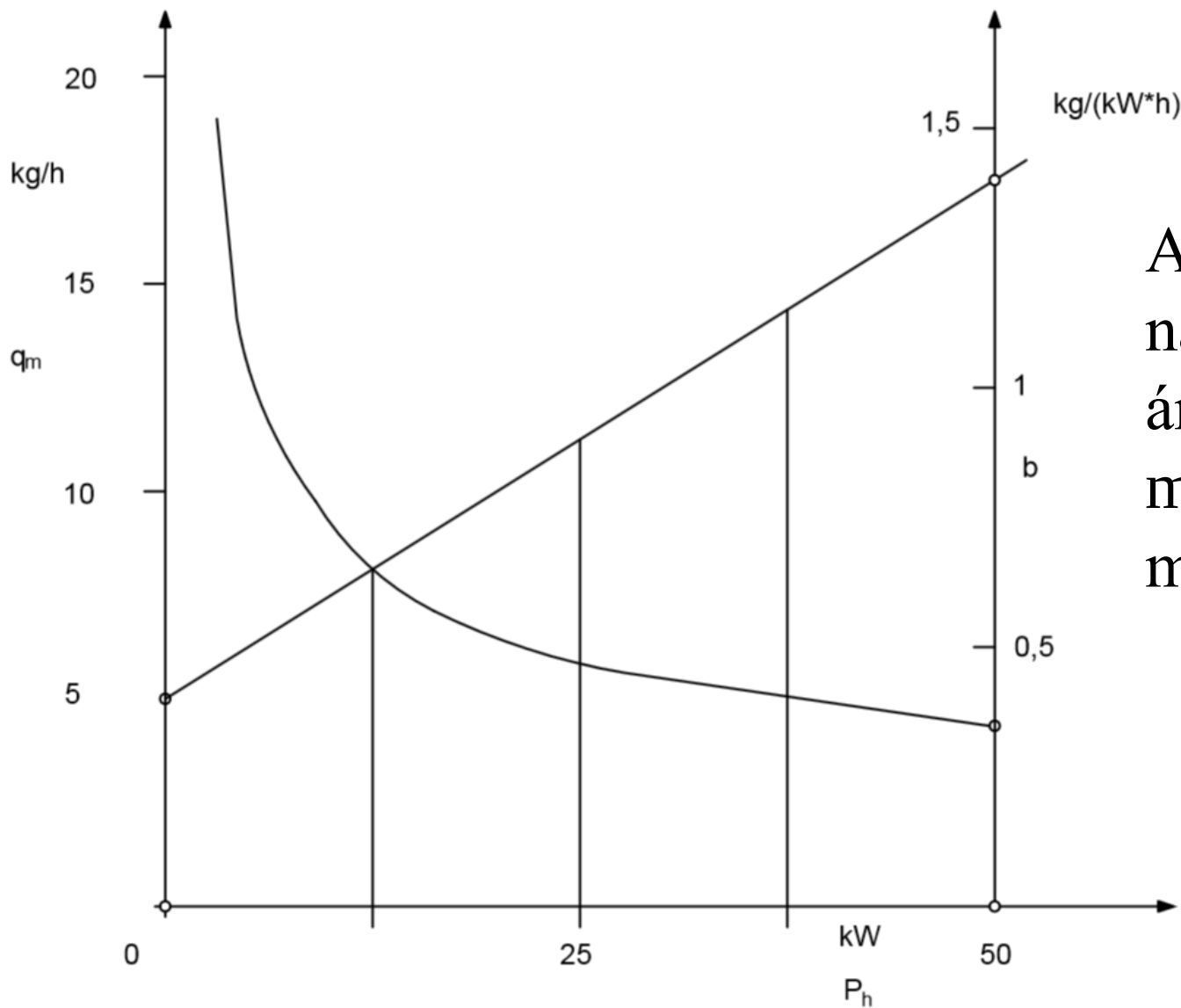
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Erőgépek fajlagos fogyasztása:
 - az erőgépek üzemeltetésének gazdaságossága
 - az elfogyasztott üzemanyaggal jellemezhető
 - a fajlagos üzemanyag-fogyasztás a hasznos
- munkára vonatkozik: a gyakorlatban kWh
- hajtóanyag: tömegegységben (g, kg)
- a fűtőérték is tömegegységre vonatkozik

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

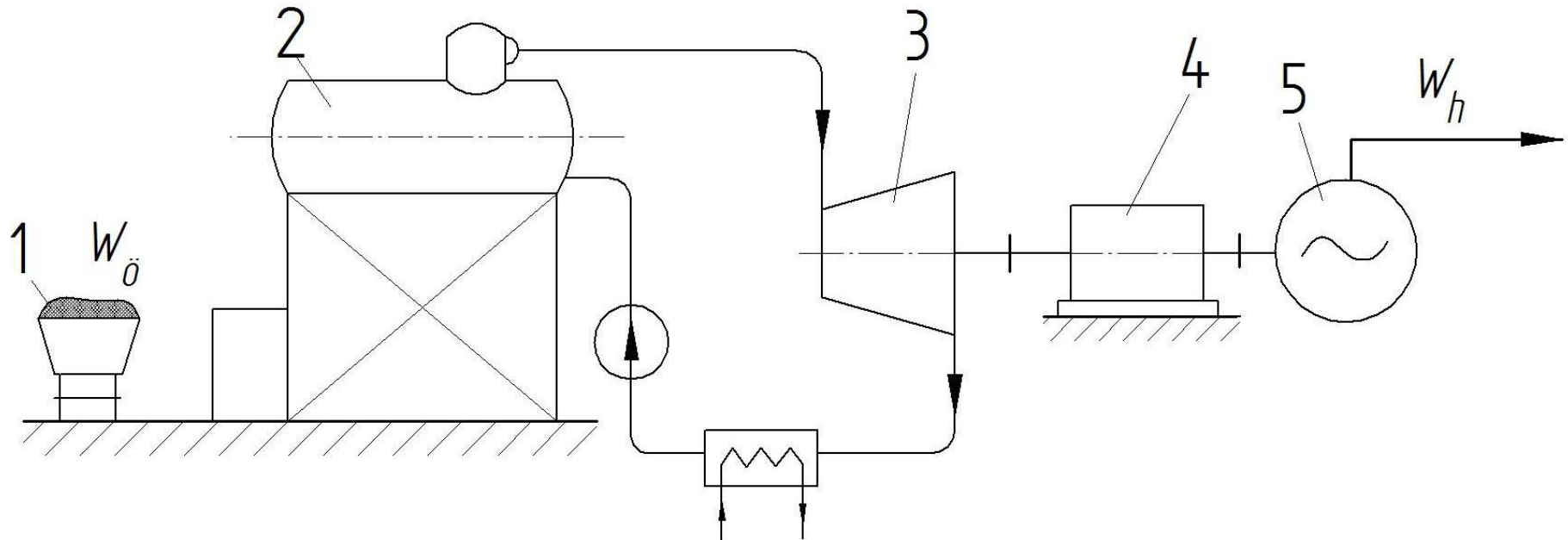
A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



A hőenergia csak nagy veszteségek árán alakítható mechanikai munkává

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

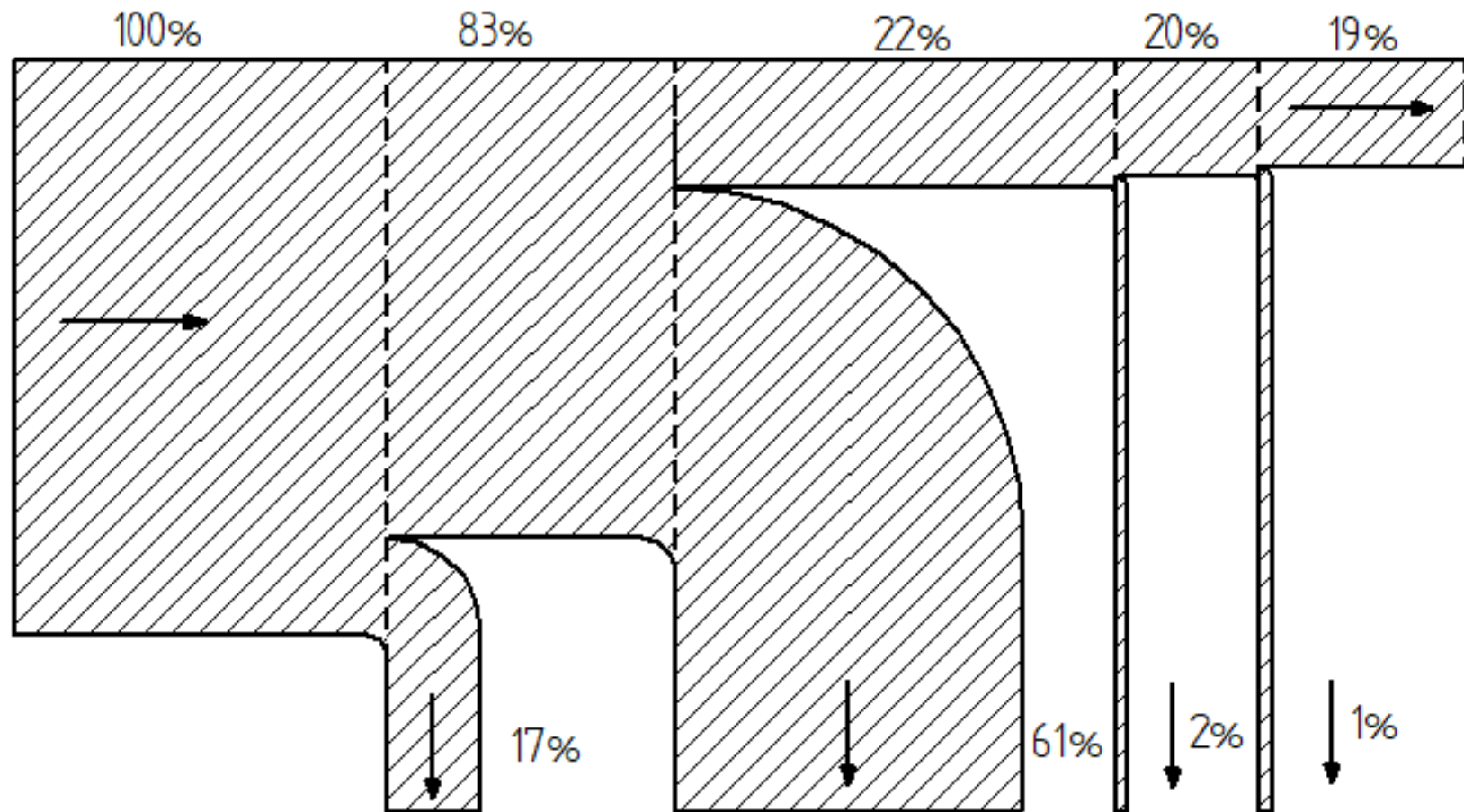
A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



Egy erőmű sémája: 1 tüzelőanyag 2 kazán
3 gőzturbina 4 közlőmű
5 villamos generátor

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY



Az energiaábra

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MECHANIKAI TELJESÍTMÉNY

- Az üzem gazdaságossága:
 - a hatásfok a gép energiafelhasználását minősíti
 - a termelés gazdaságossága számos tényezőtől függ
 - gazdaságosság: az eredmények és a ráfordítások viszonya
 - közgazdasági kérdések

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

KÉMIAI ENERGIA

- A gyakorlatban hőenergiává alakítva hasznosítjuk
 - tüzeléstechnikai hatásfok
 - füstgázok összetétele
 - fotoszintézis

HŐENERGIAIKAI MUNKA

- Legjobb hatásfok gáz közvetítő közeggel

$$\eta_t \approx 35\%$$

Jobbra forgó hőkörfolyamat

A hőenergia veszteség:

- hűtőközeg
- kipufogógázok
- hőszugárzás

Minden energia átalakítási folyamatban, tehát mindig és mindenhol

Belső égésű motorok, gőz- és gázturbinák

- Balra forgó hőkörfolyamat:
 - - mechanikai munkabefektetés, hőenergia-szállítás
 - alacsonyabb hőmérsékletről magasabb
 - hőmérsékletre
 - gőz közvetítő közeg
 - hűtőgépek
 - hőszivattyúk
 - klímaberendezések

MECHANIKAI MUNKÁ → HIDRAULIKUS ENERGIA

- Áramlástechnikai gépek: a fő energiatranszport
 - folyadék
 - gáz
 - gőz
- közvetítésével jön létre
- alkalmazási célok: energiaközvetítés
- anyagközvetítés (víz, gáz)

MECHANIKAI MUNKÁRÓL → HIDRAULIKUS ENERGIA

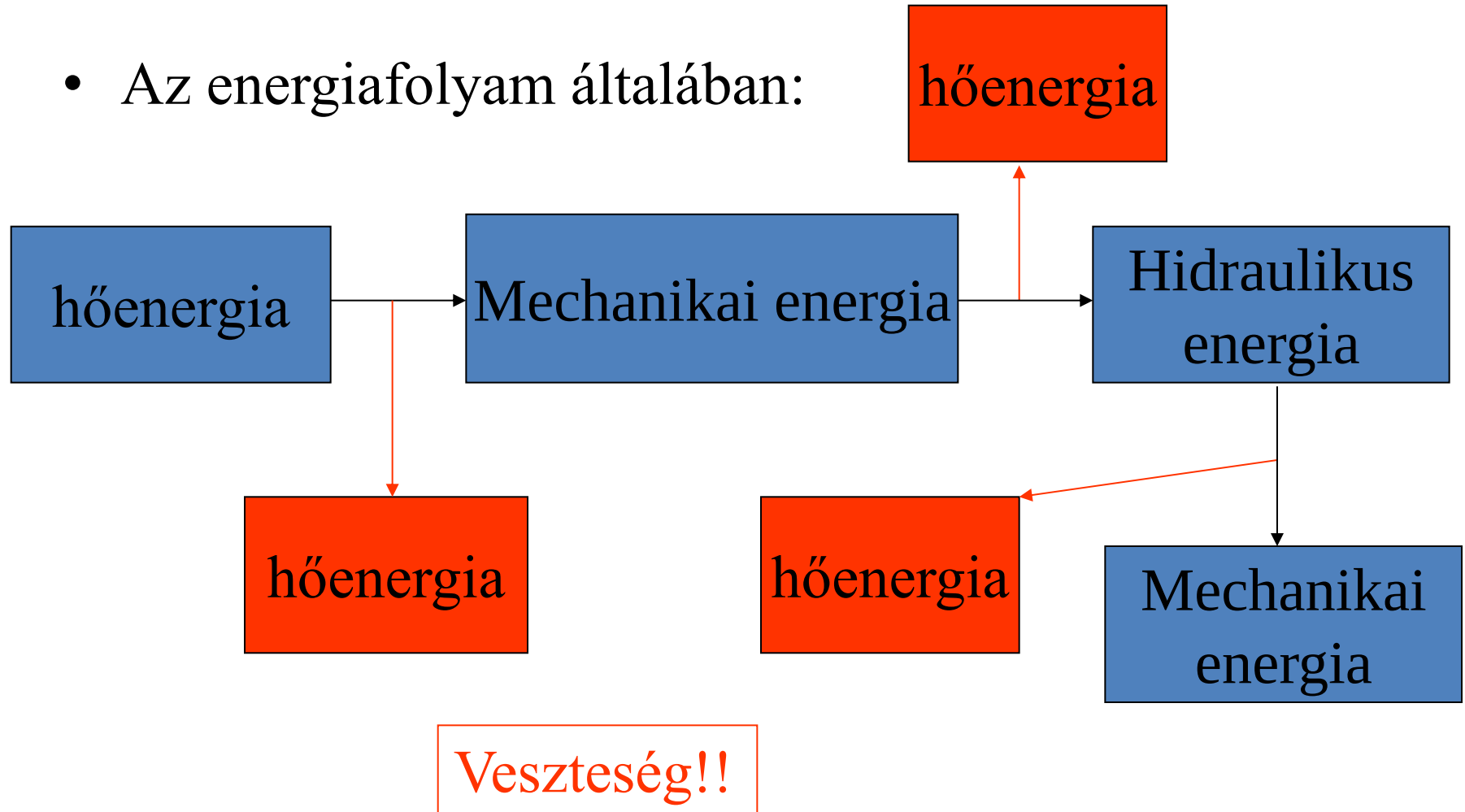
- Fő jellemző: a gépbe bevezetett mechanikai munka,
- energia árán a gépen átfolyó folyadék
- vagy gáz munkaképessége növekszik
- a gép energiát fogyaszt

Mechanikai munka ← hidraulikus energia

Fő jellemző: a gép munkát szolgáltat, a gépen átfolyó folyadék vagy gáz munkaképessége csökken

MECHANIKAI MUNKÁHIDRAULIKUS ENERGIA

- Az energiahelyettesítő általános:



MECHANIKAI MŰKÖDÉS HIDRAULIKUS ENERGIA

- A veszteségek ellenére egyre több helyen alkalmazzuk
- okai: egyszerűbb az energiaközvetítés
- nagy erők átvihetők
- könnyen módosítható áttétel
- az erő iránya egyszerűen változtatható
- fokozatmentes fordulatszám-változtatás
- irányváltás
-

MECHANIKAI HIDRAULIKUS ENERGIA

- egyszerű automatizálási lehetőség
 - ipari
 - Mezőgazdasági
 - közlekedési
- számítástechnikai folyamatirányítás
- biztonságtechnikai (elektromos áramütés-veszély)
- az energia-átalakítás módja:
 - térfogatkiszorítás
 - áramlástechnikai

MECHANIKAI MUNKAVÉGTELJESZÉSI ENERGIA

- Bernoulli – egyenlet:

Helyzeti energia
energia-átalakításnál elhanyagolható

$$p_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \rho \frac{v_1^2}{2} = p_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \rho \frac{v_2^2}{2}$$

Statikus nyomás
térfogatkiszorítás

Dinamikus nyomás
áramlástechnikai

MECHANIKAI HIDRAULIKUS ENERGIA

A hidraulikus teljesítmény:

$$P = Q \cdot p \dots\dots[W]$$

A villamos teljesítmény:

$$P = I \cdot U \dots\dots[W]$$

Analógia !!

MECHANIKAI VILLAMOS ENERGIA

- A villamos energia előállítása:
 - - fotovoltarikus napelem
 - - hőelem
 - - kémiai reakció (tüzelőanyag cellák)
 - - galvánelemek
 - - generátorok
- A villamos energia szállítása:
 - - hálózatok, hálózati elemek

MECHANIKAI ENERGIÁK ↔ ELEKTROMOS ENERGIÁK

- Fogasztó-átalakítók:
 - egyenáramú motorok
 - váltakozó áramú motorok
 - mágneses tekercsek
 - hőenergia-előállítás: ellenállás
 - indukciós
 - félvezetős
- fény
- elektronikai elemek

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

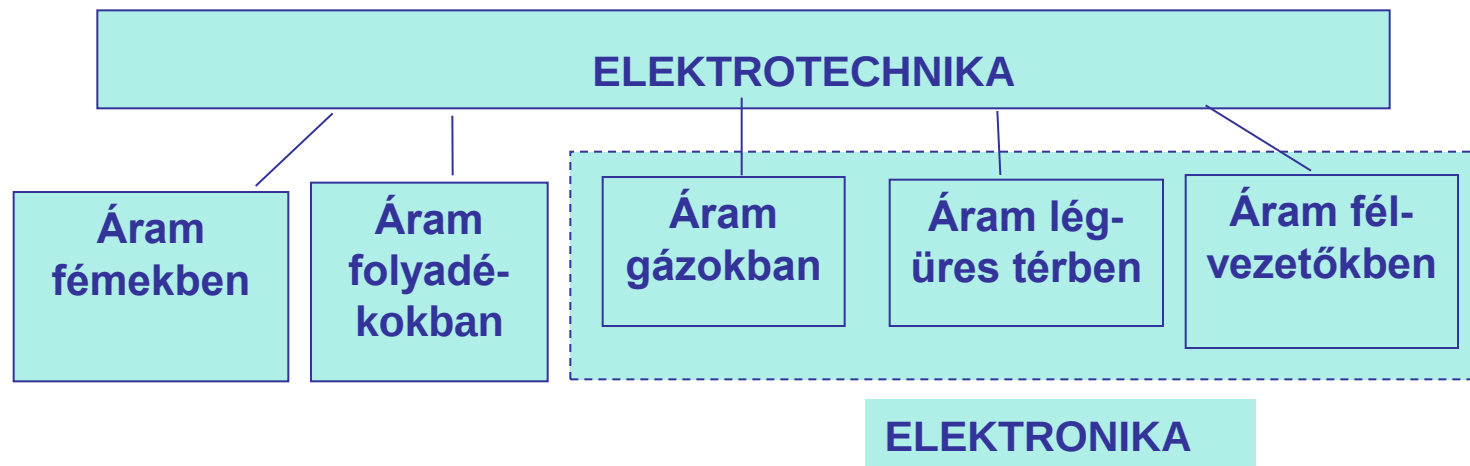
ELEKTROMOS ALAPFOGALMAK

- Villamosság
 - technikai eszközök
 - élővilág
 - élettelen természet
 - elektromágneses hullámok
- Thomson
 - az elektromosság atomi eredetű
- Elektrotechnika
 - erősáram
 - gyengeáram
- Villamos vezetés
 - fémek - elsőrendű vezetők
 - folyadékok – másodrendű vezetők
 - félvezetők, gázok, légüres tér – harmadrendű vezetők

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

ELEKTROMOS ALAPFOGALMAK

- Elektronika - harmadrendű vezetőkben elektromos töltések által kiváltott jelenségek

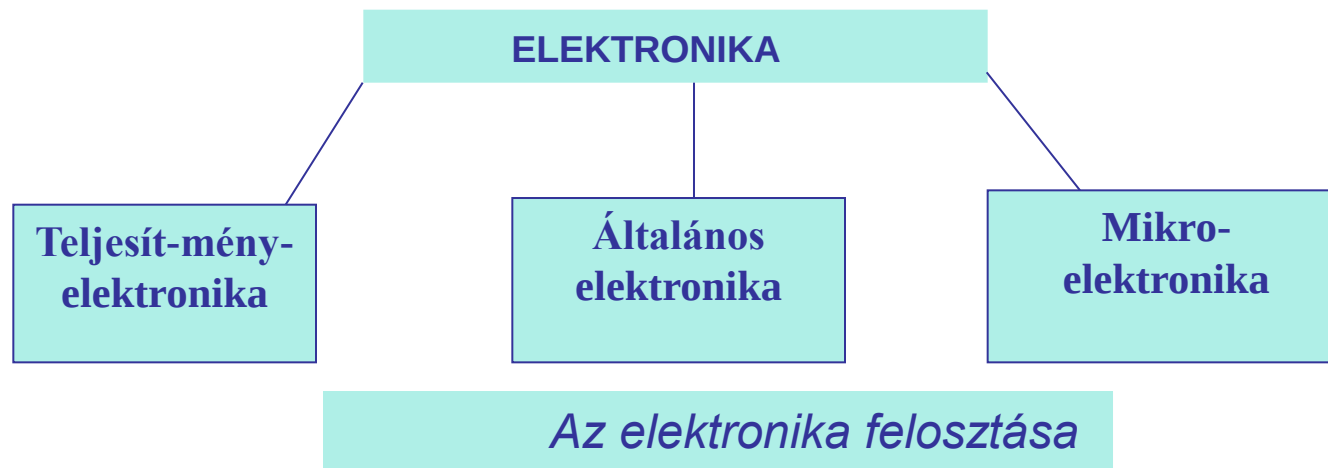


Az elektrotechnika és az elektronika kapcsolata

- Elektronika
 - teljesítmény elektronika – nagy áramok
 - általános elektronika
 - mikroelektronika – kis méret, kis áramok

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

ELEKTROMOS ALAPFOGALMAK



Elektronikus készülékek

- alkatrészek – tovább csak roncsolással oszthatók
- áramkörök – vezetővel összekötött alkatrészek rendszerei

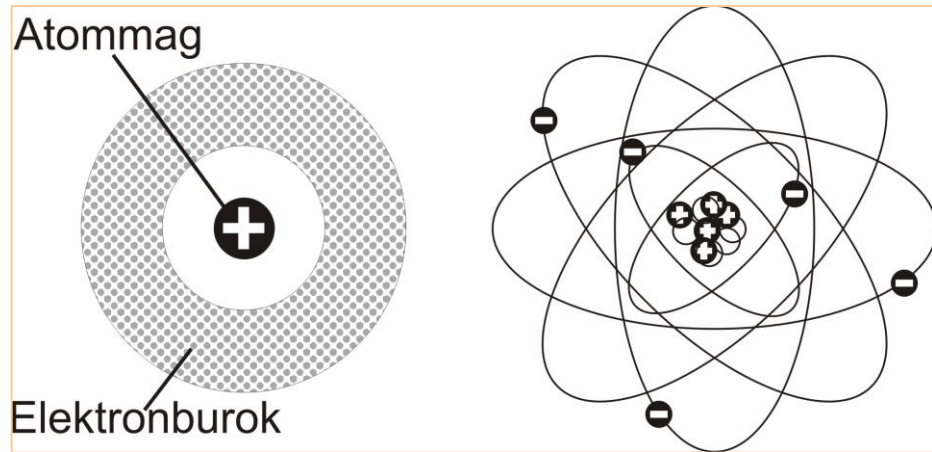
meghatározott elektromos funkció

- integrált áramkör - az áramköri elemek nem vehetők ki
 - elektromos funkciót lát el
 - információt hordozó jel adása, továbbítása, feldolgozása
 - elektronika - informatika

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ELEKTROMOS TÖLTÉS

Atom - atommag
- elektronburok



Az atom elvi felépítése

Elemi részecskék - proton
- elektron
- neutron } → elektromos kölcsönhatás
erőként nyilvánul meg

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ELEKTROMOS TÖLTÉS

- Villamos kölcsönhatás - vonzó vagy taszító erő
 - nem szüntethető meg
 - nem változtatható meg
 - állandóan van
 - mindig ugyanakkora
- Elektromos kölcsönható képesség - elektromos töltés
 - elektron töltése negatív (-)
 - proton pozitív (+)
 - neutron semleges
- Azonos nemű töltések - taszítás
- Különböző neműek - vonzás
- Proton és elektron töltése - azonos
 - ellentétes előjelű
- A töltés jele: Q
 - egysége: Coulomb, jele: C
 - Ampersecundum, jele As
 - $1 \text{ C} = 1 \text{ As}$
 - $Q_e = - Q_p$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ELEKTROMOS TÖLTÉS

- Elemi töltés (q) - a legkisebb töltésegység
- egy elektron v. proton töltése

$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

1 As rendkívül nagy töltés

$$\frac{Q}{q} = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,25 \cdot 10^{18}$$

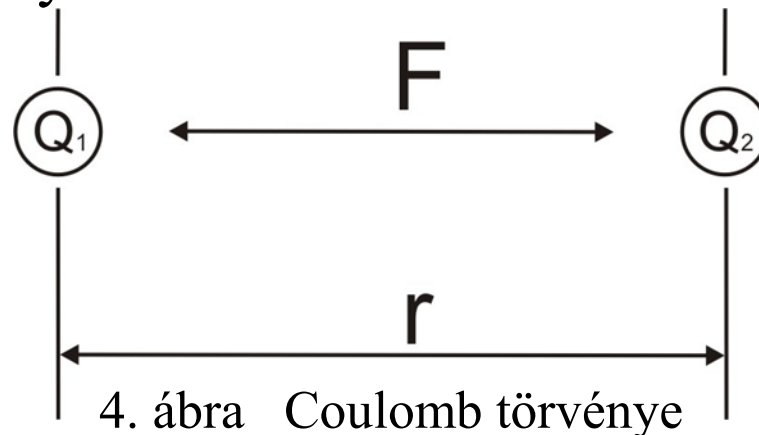
elektronnak van 1 As töltése

- Azonos elektron és proton szám – semleges atom

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ELEKTROSZTATIKA ÖSSZEFÜGGÉSEI

- A tér azon része, amelyben a villamos kölcsönhatás kimutatható villamos tér vagy elektromos mező
- Elektrosztatika – a villamosságtan nyugvó töltésekkel foglalkozó része
- Coulomb törvénye: az elektromosan töltött részecskék közötti erő



- Erő - egyenesen arányos a töltések nagyságával fordítottan arányos a távolság négyzetével

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ELEKTROSZTATIKA ÖSSZEFÜGGÉSEI

$$F = \pm k \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \quad k = \frac{1}{4\pi \cdot \varepsilon}$$

$Q_1; Q_2$ - a töltések nagy

ε_r - a teret kitöltő anyagra jellemző állandó permittivitás

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r$$

ε_0 - a vákuum permittivitása

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{(\text{A} \cdot \text{s})^2} \quad \text{légüres térben}$$

Fizikai jelentése:

két 1 A·s nagyságú

1 m távolságra levő töltés között

$F = 9 \cdot 10^9 \text{ N}$ erő hat. (Rendkívül nagy)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A TÉRERŐSSÉG (E)

- A villamos mező kimutatása →
 - térbe helyezett elektromos töltéssel → a töltésre erő hat
- Egységnyi töltés a térben → térerő

$$E = \frac{F}{Q} \quad \left[\frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{s}} \right] \quad \left[\frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$$

- Coulomb törvényét behelyettesítve

$$F = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \frac{Q}{r^2}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A VILLAMOS ELTOLÁS (D)

- Egységnyi felületre ható töltés v. töltéssűrűség

$$D = \frac{Q}{A} \quad \left[\frac{\text{As}}{\text{m}^2} \right] \quad A = 4r^2\pi$$

- Térerővel kifejezve

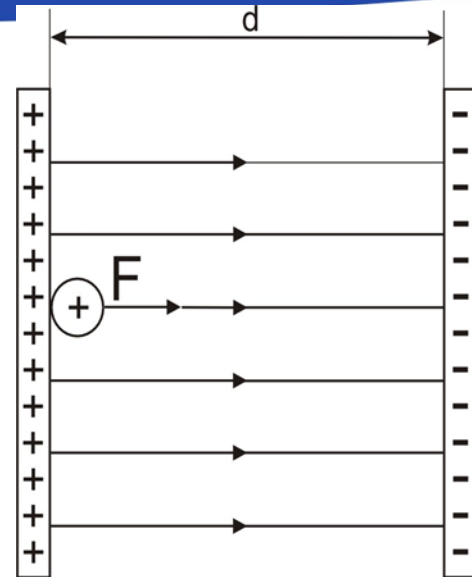
$$D = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot E$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A POTENCIÁL

- A pontszerű töltésre ható erő

$$F = QE$$



A térerősség meghatározása homogén térben

- A töltés elvitele F erő ellenében

$$W = F \cdot d \quad \text{munkát igényel}$$

- A térerő összefüggését behelyettesítve

$$W = Q \cdot E \cdot d$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A POTENCIÁL

- A lemezek között U feszültség
a töltés kiegyenlítődésre törekvés
 E térerősség
- A feszültség a villamos tér munkavégző képessége

$$U = \frac{W}{Q}$$

A feszültség:

- a kiegyenlítődő töltések által végzett munka
és a kiegyenlítődő töltések hányadosa

$$U = E \cdot d \quad (V)$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ELEKTROMOS ÁRAM

- A szabad töltéshordozók mozgása

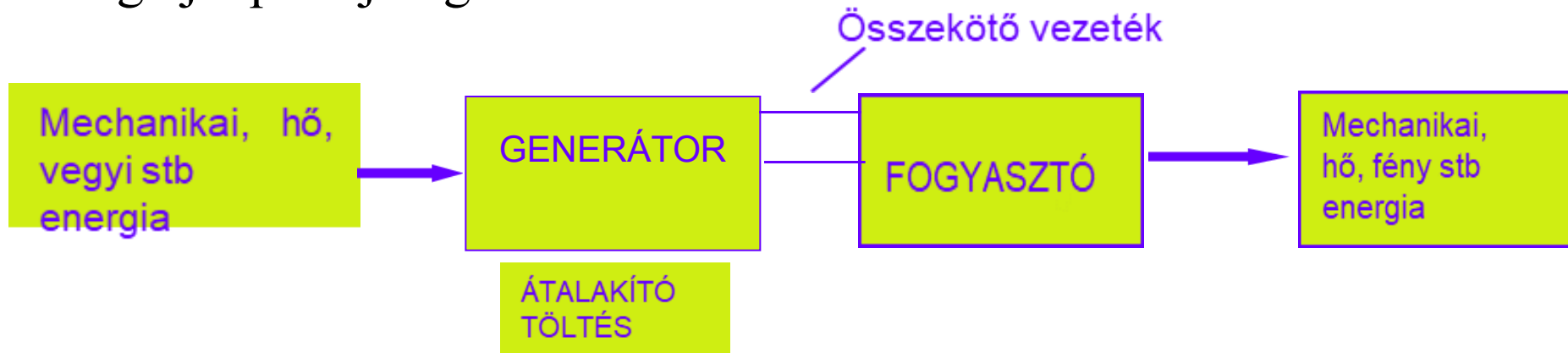
$$I = \frac{Q}{t}$$

- Nagy az áramerősség, ha egységnyi idő alatt sok töltéshordozó áramlik

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

EGYSZERŰ ÁRAMKÖR

- a töltésáramlás tartós fennmaradása
ha a töltéshordozók ütközéskor elvesző
energiáját pótoljuk generátor

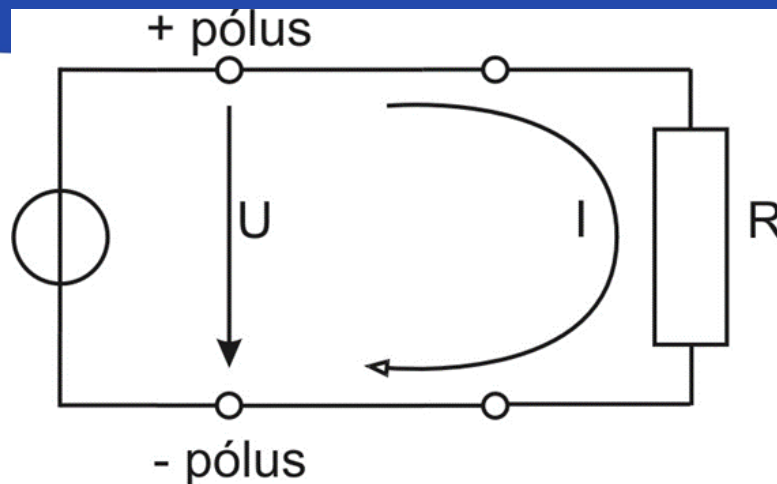


Az energiaátalakítás folyamata

generátor – energiaátalakító
mechanikai energia stb. → villamos
energia a töltésszétválasztás útján
Pólusok – a generátor kivezetései

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

EGYSZERŰ ÁRAMKÖR



Az áramkör elvi jelölése

- Generátor – jellemzője a feszültség → a töltéseket mozgásra készíti
feszültség polaritása – nyíllal jelöljük – a pozitív töltéshordozó
mozgási iránya $\oplus \rightarrow \ominus$
- Generátor feszültsége: állandó
változó
ha a polaritás állandó → egyenfeszültség
változó → váltakozó feszültség
- Generátor - áramforrás

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

ÁRAMFORRÁS ÉS HELYETTESÍTŐ KAPCSOLÁSA

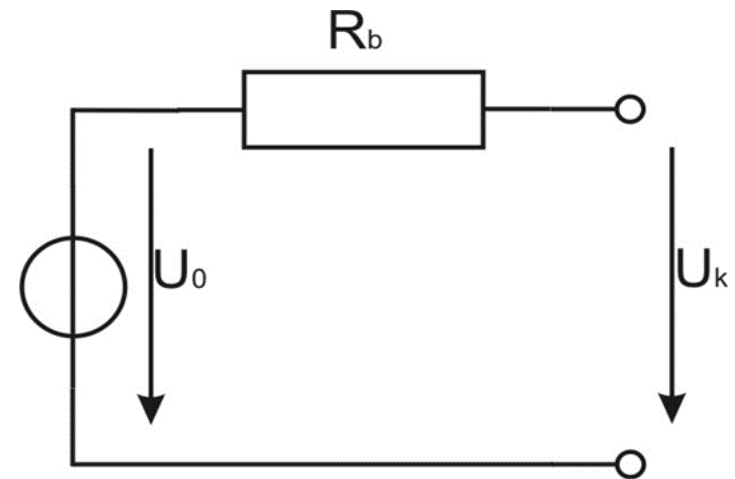
- Áramforrás ideális esete – állandó feszültség függetlenül a rákapcsolt fogyasztó ellenállásától
- A gyakorlatban
 - a generátorok feszültsége terheléskor csökken
 - az áramforrás anyagból készül,

ellenállása van R_b

- Generátor modell: ideális áramforrás + R_b

- Helyettesítő kapcsolás

U_0 feszültségű ideális generátor
 R_b ellenállás soros kapcsolásban

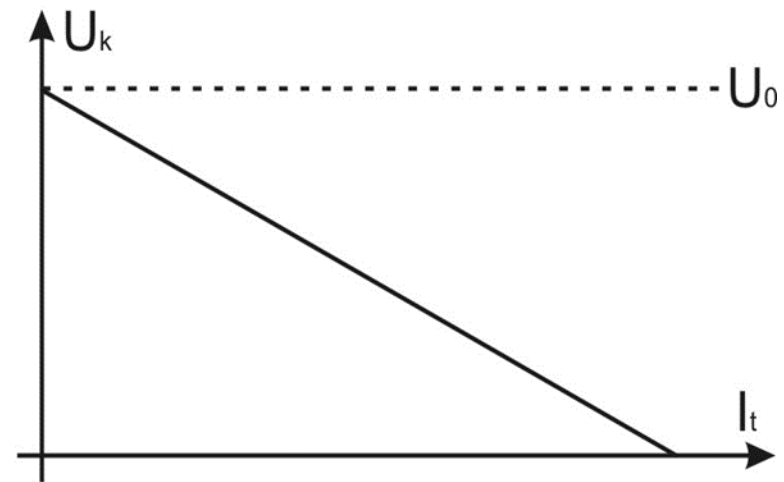
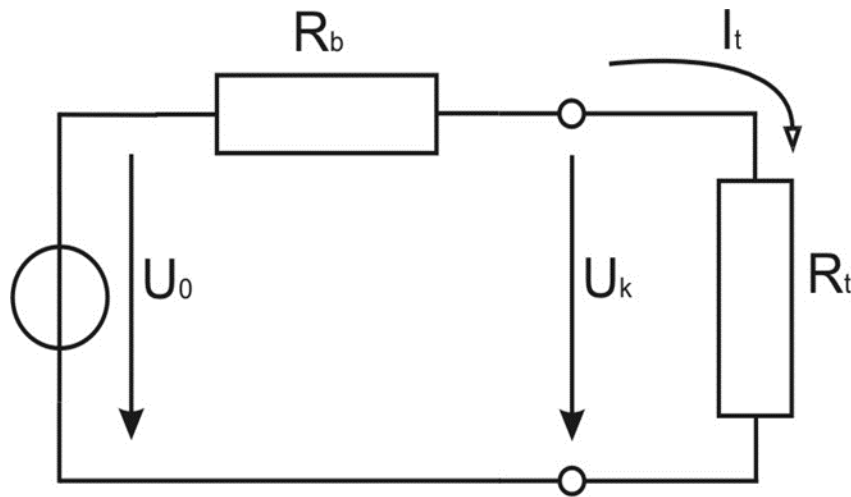


A feszültséggenerátor
helyettesítő kapcsolása

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

ÁRAMFORRÁS ÉS HELYETTESÍTŐ KAPCSOLÁSA

Terhelés: R_b és R_t feszültségosztás $\rightarrow U_o$ forrásfeszültségnél kisebb U_k kapocsfeszültség



A valódi generátor feszültsége
terheléskor csökken

$$U_o = U_{R_b} + U_{R_t}$$

$$U_{R_t} = U_k \rightarrow U_k = U_o - U_{R_b}$$

$$U_{R_b} = I_t \cdot R_b \rightarrow U_k = U_o - I_t \cdot R_b$$

R_b

U_k csökken, ha I_t nő

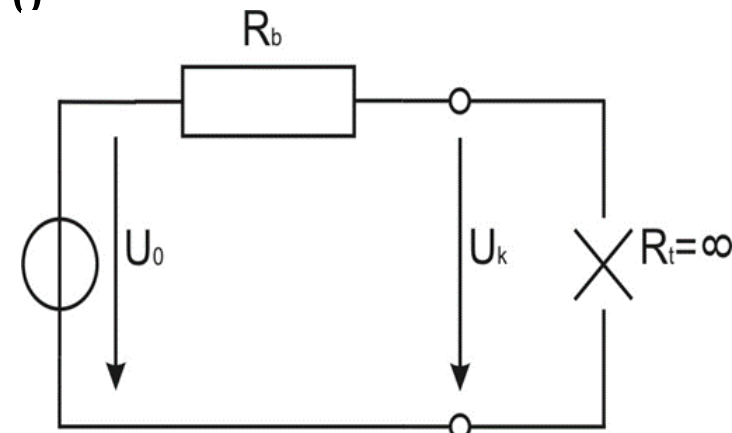
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ÁRAMFORRÁSOK ÜZEMI ÁLLAPOTAI

- **Terhelés függő** - üresjárat, terheletlen $R_t = \infty$
 - rövidzárási $R_t = 0$
 - terhelt

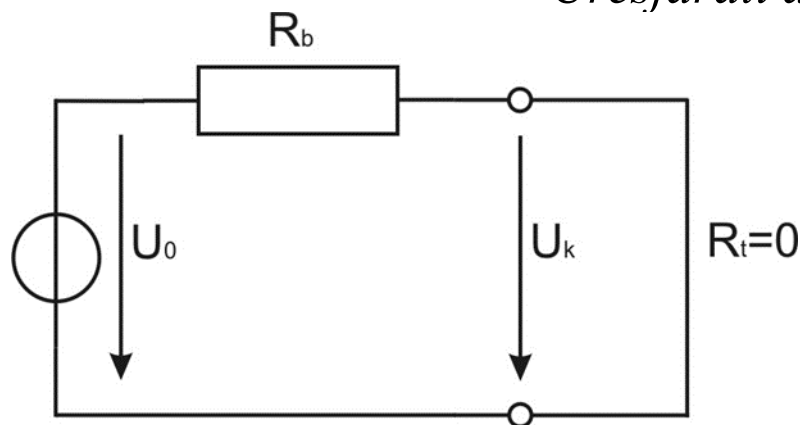
- **Üresjárat**

$$I_t = 0 \quad U_k = U_0$$



Üresjárat

- **Rövidzárási állapot**



Rövidzárási

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ÁRAMFORRÁSOK ÜZEMI ÁLLAPOTAI

$$I_t = \frac{U_0}{R_b}$$

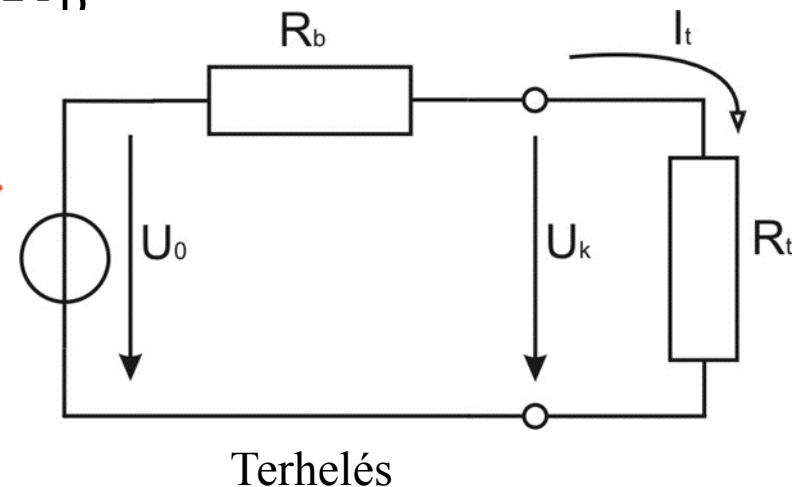
- Mivel R_b rendkívül kicsi $\rightarrow I_t$ rendkívül nagy
 $U_k = 0$, mert

$$U_k = U_0 - I_t \cdot R_b = U_0 - \frac{U_0}{R_b} R_b = 0$$

- Rövidzáron nincs teljesítmény
 $P = U_0 \cdot I_t \rightarrow$ hővé alakul a belső ellenálláson
Terhelés $\rightarrow$ jellemző üzemi állapot

$$0 < R_t < \infty$$

$$I_t = \frac{U_0}{R_t + R_b} \quad U_k = U_0 \frac{R_t}{R_t + R_b}$$



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ÁRAMFORRÁSOK ÜZEMI ÁLLAPOTAI

- $0 < U_k < U_o$ a terhelés függvényében R_b -n átfolyó áram veszteség $\rightarrow$ hő $\rightarrow$ generátor melegedés

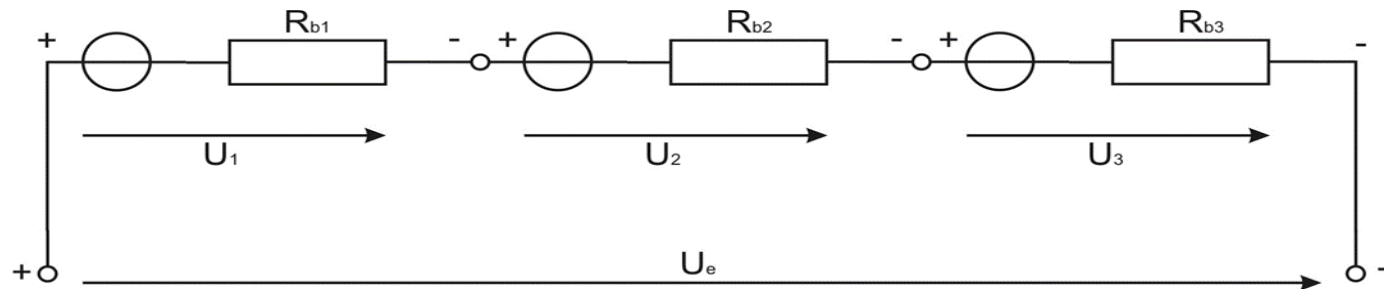
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ÁRAMFORRÁSOK KAPCSOLÁSA

Lehet

- soros
- nagyobb feszültség
- párhuzamos
- nagyobb terhelhetőség
- vegyes
- mindkettő

Soros kapcsolás



Megváltozik

- feszültség
- belső ellenállás

Áramforrások soros
kapcsolása

$$U_e = U_1 + U_2 + U_3$$

Ha azonos feszültségű elemeket
kapcsolunk össze

$$U_e = nU$$

elemek, akkumulátorok

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ÁRAMFORRÁSOK KAPCSOLÁSA

Az ellenállások

$$R_e = R_{b1} + R_{b2} + R_{b3}$$

Azonos elemek esetén

$$R_e = nR$$

Csak azonos árammal terhelhető

generátorokat lehet sorosan kapcsolni

A terhelő áram

$$I_t = \frac{U_e}{R_e + R_t}$$

A kapocsfeszültség

$$U_k = I_t R_t = U_e - I_t R_e$$

A zárlati áram

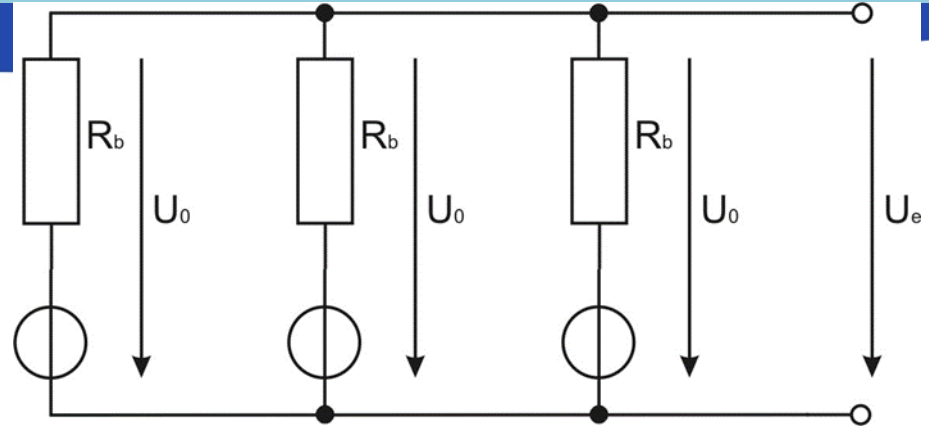
$$I_z = \frac{U_e}{R_e} \gg I_t$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ÁRAMFORRÁSOK KAPCSOLÁSA

Párhuzamos kapcsolás

Azonos pólusokat kötjük össze



Áramforrások párhuzamos kapcsolása

Csak azonos feszültségű generátorok kapcsolhatók össze

Eltérés esetén kiegyenlítő áram

$$I_k = \frac{U_{01} - U_{02}}{R_{b1} + R_{b2}} \quad \longrightarrow \quad \text{a nagyobb feszültségű túlterhelődhet}$$

Eredő feszültség

$$U_e = U_0$$

Eredő belső ellenállás

$$R_e = \frac{R_b}{n} \quad \longrightarrow \quad \text{kisebb } R_e \rightarrow \text{nagyobb terhelő áram}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

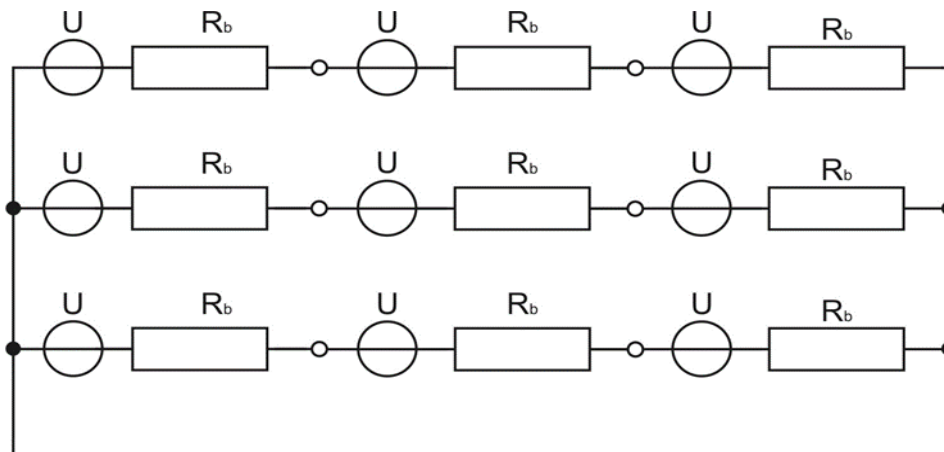
AZ ÁRAMFORRÁSOK KAPCSOLÁSA

Vegyes kapcsolás

nagyobb feszültség mellett nagyobb terhelő áram

soros elemek - feszültség

párhuzamos elemek → belső ellenállás → áramerősség



Áramforrások vegyes kapcsolása

Eredő feszültség

$$U_e = n_s U_o$$

Eredő ellenállás

$$R_{be} = \frac{n_s R_b}{n_p}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

Energiaátalakítás

Terhelés

- villamos energia
- R_b-n hő
- külső hálózaton más energia

Energiamegmaradás törvénye alapján

$$P_{\ddot{o}} = P_v + P_t \quad (W)$$

P_ö → összes teljesítmény

$P_v \rightarrow$ veszteségi teljesítmény

P_f → leadott, fogyasztói teljesítmény

A hatásfok

$$\eta = \frac{P_t}{P_{\ddot{o}}} = \frac{U_k \cdot I_t}{U_0 \cdot I_t} = \frac{U_k}{U_0} = \frac{R_t}{R_t + R_b} \quad \Rightarrow \quad \eta = f(R_t, R_b)$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ÁRAMFORRÁS TELJESÍTMÉNYVISZONYAI

Ha R_b állandó

- ha $R_t < R_b \rightarrow \eta < 0,5 \rightarrow$ az előállított teljesítmény nagyobb része az

áramforrást terheli

- ha $R_t > R_b \rightarrow$ jó hatásfok

- ha $R_t = R_b \quad \eta = 0,5$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ELLENÁLLÁS ÉS VEZETŐKÉPESSÉG

- Az ellenállás állandó hőmérsékleten

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

ρ a fajlagos ellenállás

l a vezető hossza

A a vezető keresztmetszete

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} \left[\frac{\Omega \cdot \text{m}^2}{\text{m}} \right] \rightarrow \Omega \cdot \text{m}$$

- Gyakorlat: vezető keresztmetszet $A \text{ mm}^2$

$$\rho \rightarrow \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ELLENÁLLÁS ÉS VEZETŐKÉPESSÉG

- Fajlagos vezetés (γ)

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

- Vezetőképesség (konduktancia)

$$G = \frac{1}{R} \quad \frac{1}{\Omega} = 1 \text{ siemens} = 1\text{S}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ELLENÁLLÁS HŐMÉRSÉKLET FÜGGVÉNYE

- R_0 a fémhuzal 20 °C-on mért ellenállása
- Hőmérséklet-változás $\rightarrow \Delta R$ ellenállásváltozás

$$\Delta R = R_0 \alpha \Delta T$$

ahol: α hőfoktényező

$$\Delta T = T - T_0$$

$$T_0 = 273 \text{ K}$$

T = aktuális hőmérséklet

- Hőfoktényező - adott anyag 1 Ω ellenállású darabja
1 °C hőmérsékletváltozás hatására, mennyivel változtatja az ellenállását

$$R = R_0 + R \quad \text{ill.}$$

$$R = R_0 + R_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \text{rendezve}$$

$$R = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

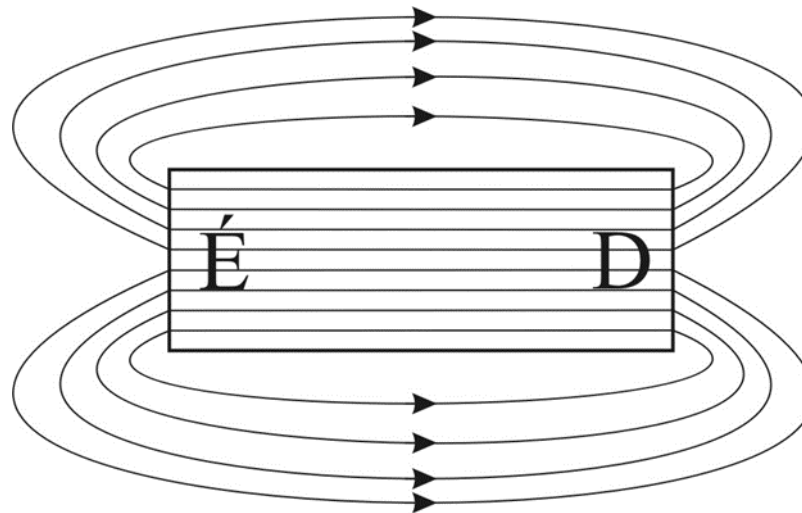
MÁGNESES ALAPFOGALMAK

Mágneses kölcsönhatás

- mágneses mező
 - mágneses tér
 - áramjárta vezetékek
 - különleges ötvözetekből készült tárgyak
- közelében → állandó v. permanens
mágnesek

Mágneses tér láthatatlan → vonalakkal szemléltetjük
indukcióvonalak – mindig zártak

Az állandó mágnes



Az állandó mágnes tere

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESES ALAPFOGALMAK

- Mágneses pólus - legerősebb kölcsönhatás

Indukcióvonalak → az északi (É) pólusból kiindulva → a téren át a déli (D) pólus felé haladnak → a mágnes belsejében záródnak

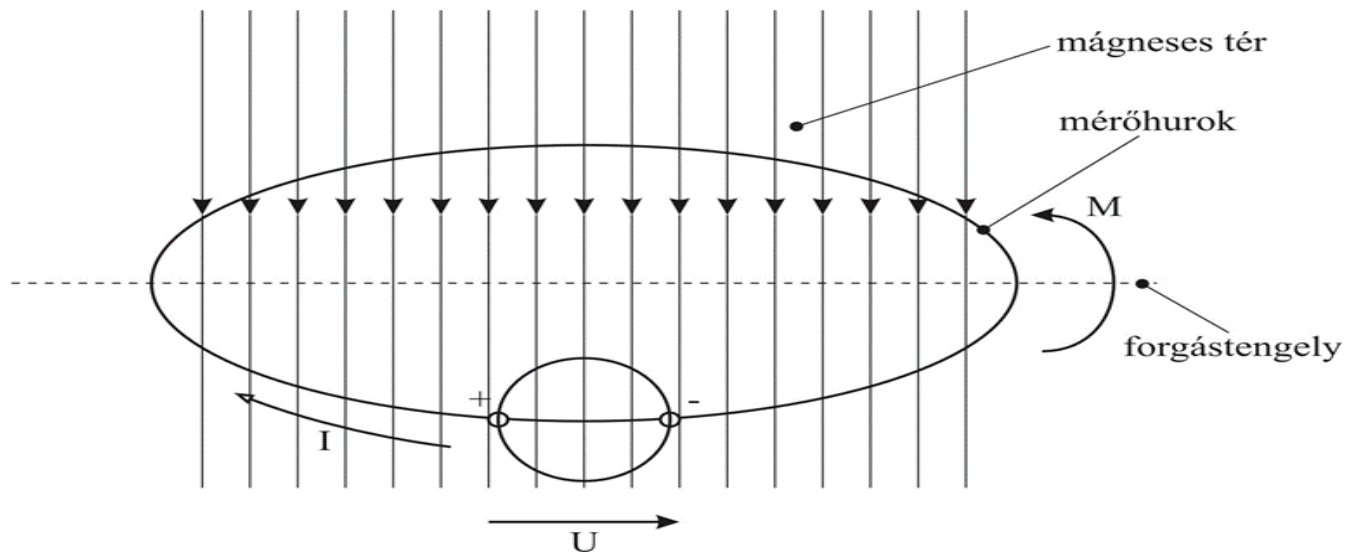
- Semleges vonal → a két pólus között
nincs mágneses kölcsönhatás
- Mágneses pólusok → csak együtt létezhetnek
 - eltört mágnes → két gyengébb, de két-két pólusú mágnes
 - mindkét pólus vas, nikkel, kobalt vonzerővel hat
 - erőhatás két mágneses pólus között is
 - egynemű pólus → taszítás
 - különemű pólus → vonzás
 - semleges vonal → nincs erőhatás → megkereshető másik mágnessel v. vassal

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MÁGNESES INDUKCIÓ

- **Mágneses kölcsönhatás kimutatása**

- mágnesűvel
- mérőhurokkal
- a mágneses tér forgatónyomatékkal hat → tű, mérőhurok elfordul



Mérőhurok a mágneses indukció kimutatásához

- Minél erősebb a tér, annál nagyobb a nyomaték → függ a mérőhurok térhez viszonyított helyzetétől – szögétől
 $M_{\max}$ – a mérőhurok merőleges a tér indukció vonalaira

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MÁGNESES INDUKCIÓ

Mágneses indukció (B)

- a tér erőssége az egységnyi 1 m^2 felületű és 1 A -es áramú mérőhurokra ható forgatónyomaték

$$B = \frac{M_{\max}}{I_m \cdot A_m}$$

I_m – a mérőhurok árama

A_m – a mérőhurok felülete

- a mágneses tér erőssége a mágneses indukcióval arányos

A mágneses indukció $\mathbf{b}$ vektormennyiség

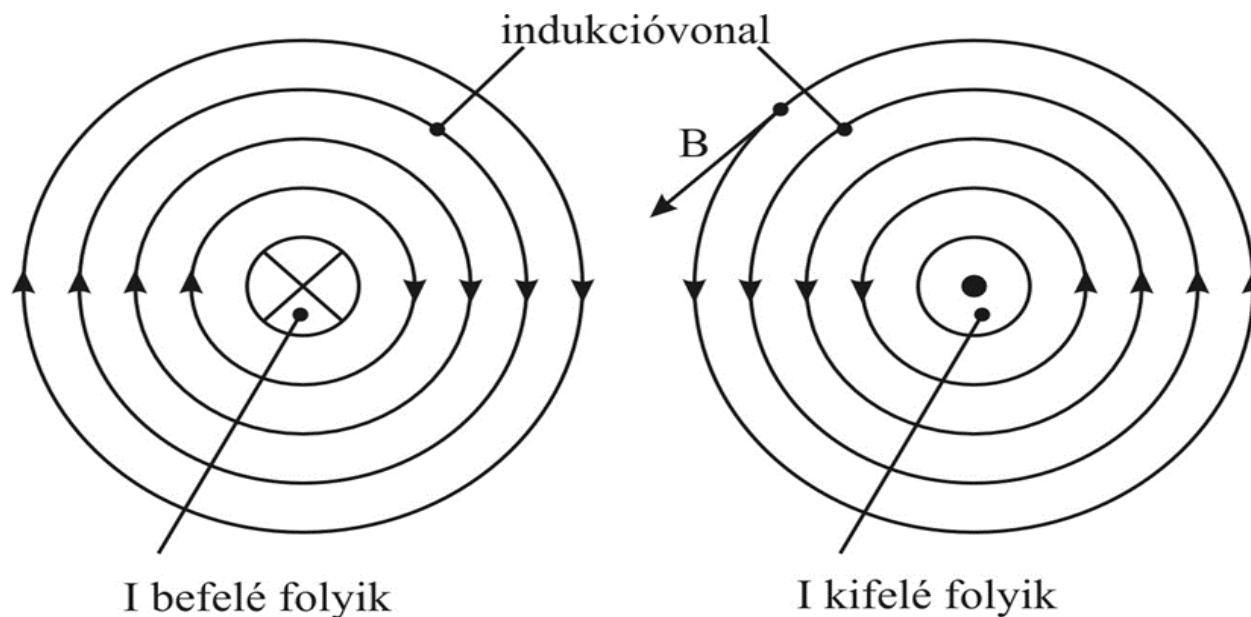
Mértékegysége

$$[B] = \frac{[M]}{[I][A]} = \frac{\text{Nm}}{\text{A} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$$
$$1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = 1 \text{ T} \quad (\text{tesla})$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A VEZETÉKEK MÁGNESES TERE

Mágneses tér → elektromos töltések áramlása hozza létre
→ iránya függ az áram irányától



Az egyenes vezetők mágneses tere

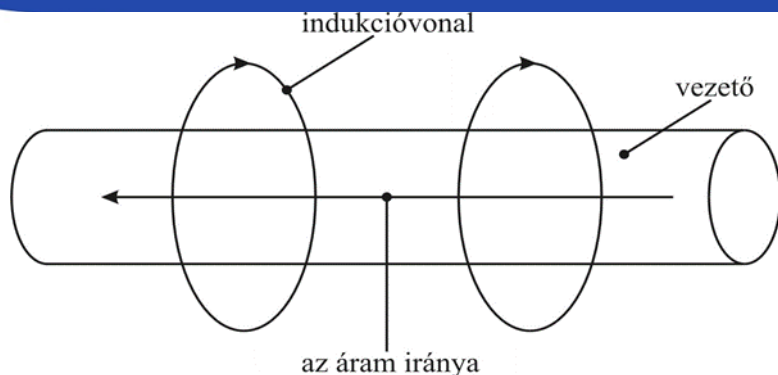
Egyenes vezető → mágneses tér körbeveszi

B mágneses indukció érintő irányú

A mágneses indukció iránya – jobbkézsabály

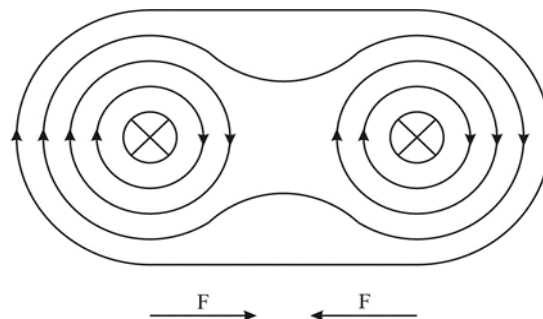
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A VEZETÉKEK MÁGNESES TERE

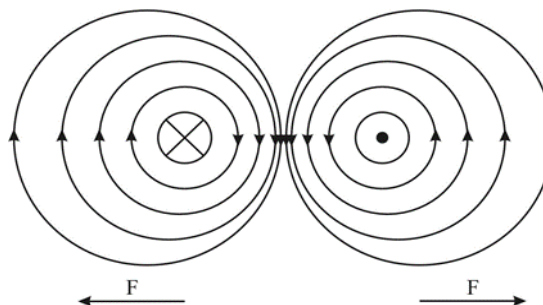


A jobbkez
szabály
értelmezése

Azonos és ellentétes áramú
vezetékpárok mágneses tere



Az azonos (a) és ellentétes
áram irányú (b) vezeték
mágneses tere

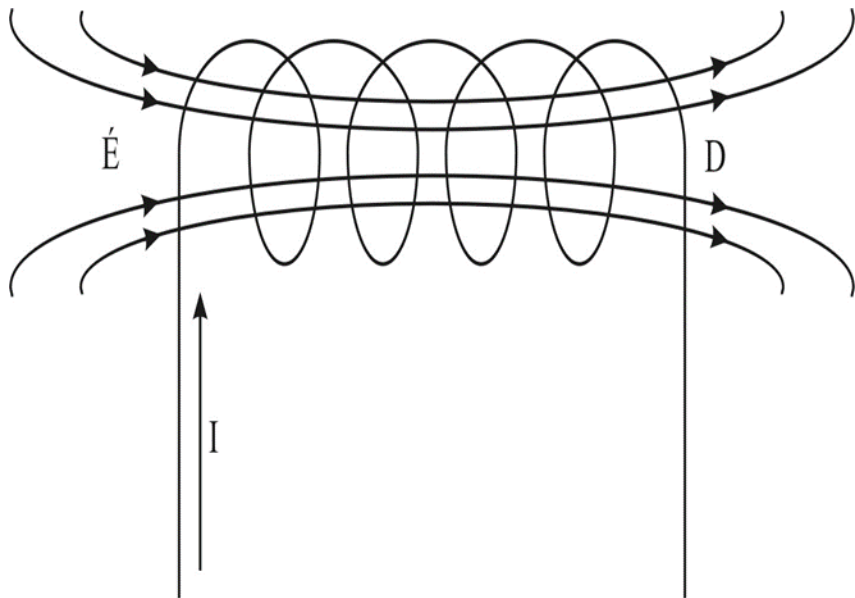


Azonos áramirányú vezetékek
Ellentétes

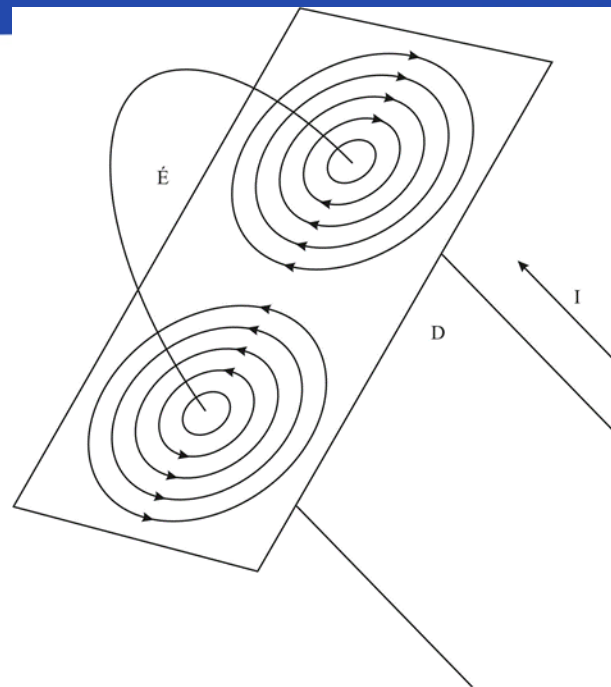
vonzás
taszítás

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A TEKERECSEK MÁGNESES TERE



b.



a.

Az egymenetes tekercs (a) és a szolenoid (b) tere

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A TEKERCSÉK MÁGNESES TERE

- Sokmenetű tekercs tere- egymás melletti menetek eredő tere
- Indukció vonalak iránya helyett → északi pólus
 - jobbkéz szabály szerint

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MÁGNESES INDUKCIÓ ÉS FLUXUS

- A mágneses tér jellemzője → az indukcióvonalak sűrűsége, a mágneses indukció (B), a tér ereje
- Fluxus → indukciófolyam, adott felületen áthaladó összes indukcióvonal

jele Φ $\Phi = B \cdot A$

- Mértékegysége

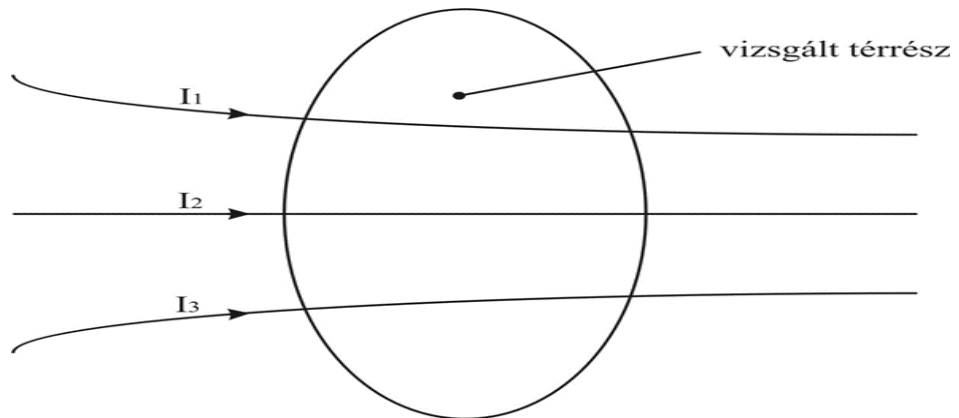
$$[\Phi] = [B] \cdot [A] = \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^2 = \text{Vs}$$

- $1 \text{ Vs} = 1 \text{ Wb}$ (wéber)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A GERJESZTÉS

- Mágneses tér → áram hozza létre
→ az áram gerjeszti a teret
→ gerjesztés a teret létrehozó áramok összege
- A gerjesztés jele: Θ



A gerjesztés a teret létrehozó áramok összege

- Mértékegysége – megegyezik az áramerősséggel (A)
- Egy tekercsben az áram N -szer halad át

$$\Theta = N \cdot I$$

- Mértékegység A → tekercsek esetén ampermenet elnevezés

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

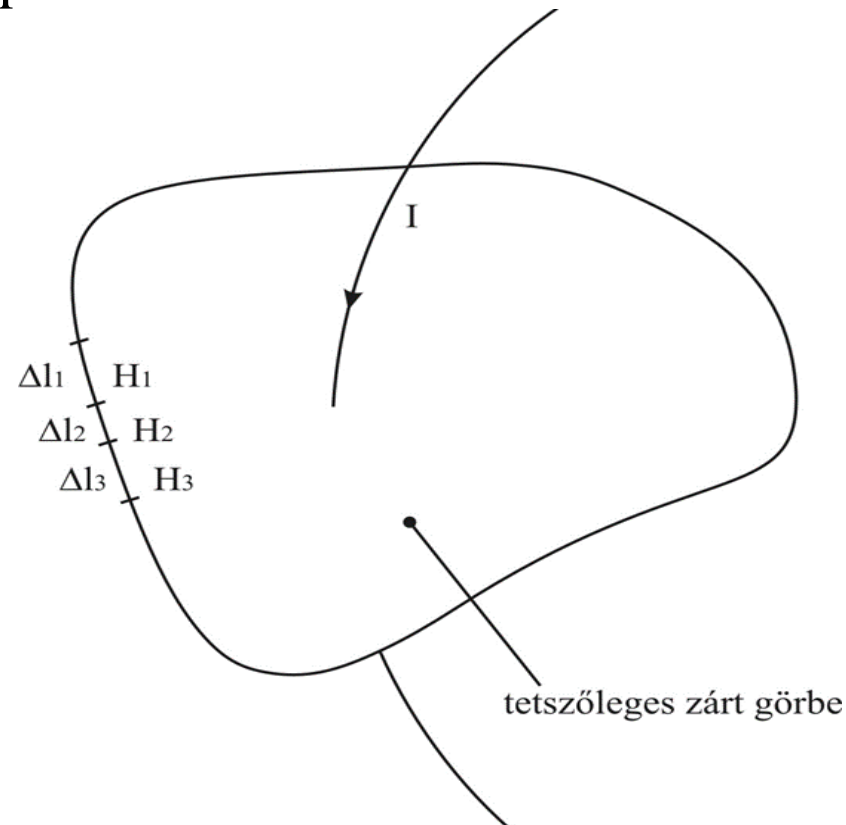
A MÁGNESES TÉRERŐSSÉG

Tapasztalat - egy adott gerjesztés –
erősebb mágneses teret hoz létre, ha az
indukcióvonalak rövidebbek

A mágneses térerősség – az egységnyi
hosszúságra jutó gerjesztés

Jele: H

meghatározása a gerjesztési törvény
alapján



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MÁGNESES TÉRERŐSSÉG

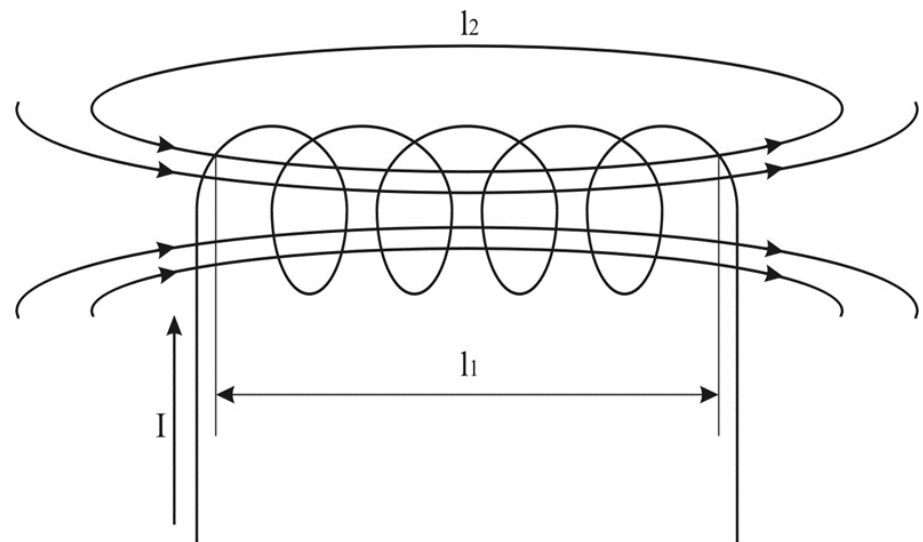
- Δl szakaszok, ahol a gerjesztő hatás H azonos
 $H \Delta l$ értékek összege a gerjesztés

$$\Theta = H_1 \cdot \Delta l_1 + H_2 \cdot \Delta l_2 + \dots$$

- Ha a térerő állandó

$$\Theta = H \cdot l \rightarrow H = \frac{\Theta}{l}$$

- A térerő mértékegység $\left[\frac{A}{m} \right]$
- H értéke egy tekercs belsejében



A térerősség egy tekercs környezetében

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MÁGNESES TÉRERŐSSÉG

- A görbe legyen egy indukcióvonal
- A gerjesztési törvény:

$$\Theta = H_1 \cdot l_1 + H_2 \cdot l_2$$

- A H_2 és l_2 a tekercs külső részére
 H_1 és l_1 a tekercs belső részére vonatkozik
 $H_2 \ll H_1$

- Ezért

$$\Theta = H_1 \cdot l_1$$

$$H = \frac{\Theta}{l_1}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MÁGNESES PERMEABILITÁS

- Gerjesztés $\rightarrow$ mágneses térerősség hatására kialakuló indukció függ a térben levő anyagtól
- Kapcsolat a B mágneses indukció
 H térerő között

a mágneses permeabilitás (μ) a teret kitöltő anyagra jellemző mennyiség

$$B = \mu H$$

$$\mu = \mu_0 \mu_r$$

μ_0 - a vákuum mágneses permeabilitása

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

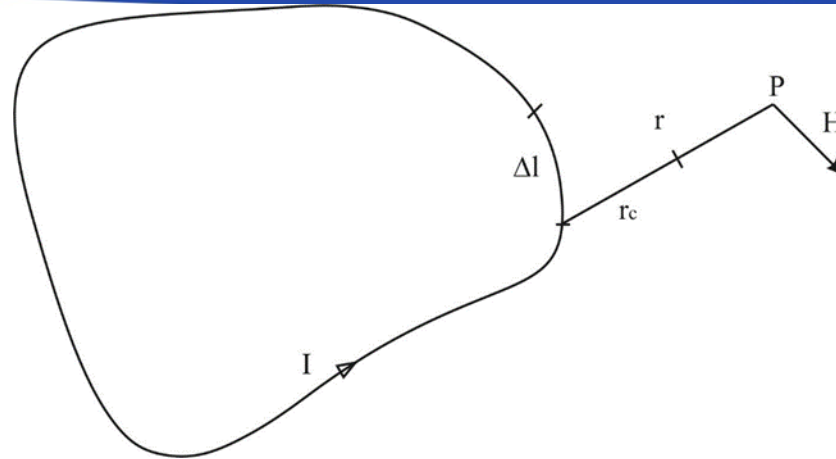
μ_r - a relatív permeabilitás

viszonyszám – a mágneses indukció hányszor nagyobb adott anyag esetén a vákuuménál

- Erős elektromágnes $\rightarrow$ a tekercs belsejében nagy μ_r anyag

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

BIOT-SAVART TÖRVÉNY



A Biot-Savart törvény

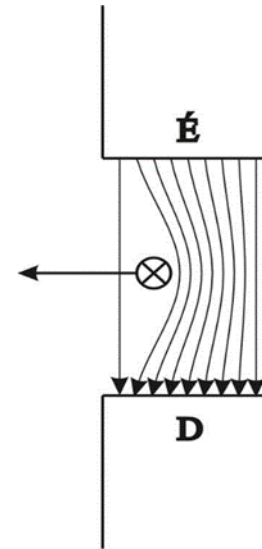
Ha 1 zárt vezetékben I áram folyik és a permeabilitás mindenütt egyforma a mágneses térerő egy P pontjában r távolságban

$$H = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{I}{r}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

ERŐHATÁS A MÁGNESES TÉRBEN

- B erősségű mágneses térben egy vezető benne I erősségű áram
B és I egymásra merőleges



Az állandó mágnes és az áramjárta vezető terének eredője, valamint a fellépő erő

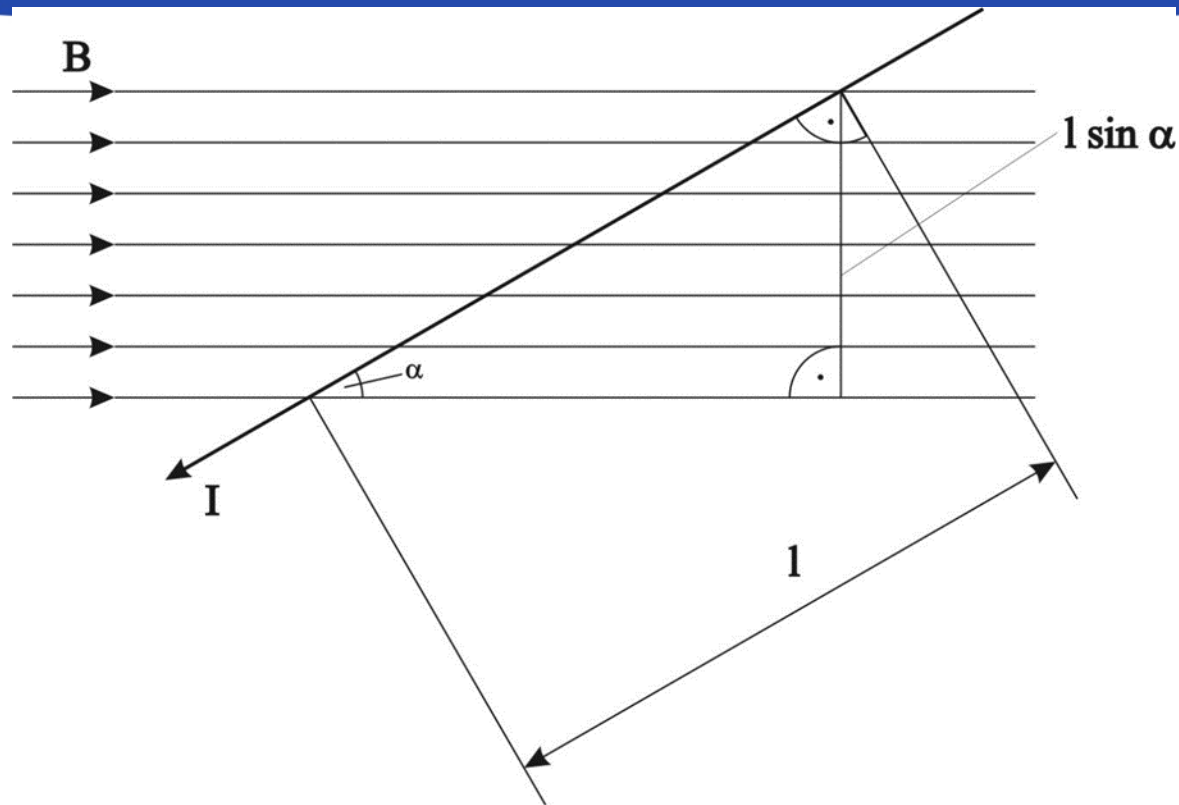
- A vezető mágneses tere és a homogén tér között fellépő erő

$$F = B \cdot I \cdot l$$

- Ha B és I nem merőleges

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

ERŐHATÁS A MÁGNESES TÉRBEN



Az erőhatás mágneses térben

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MÁGNESES ERŐHATÁS

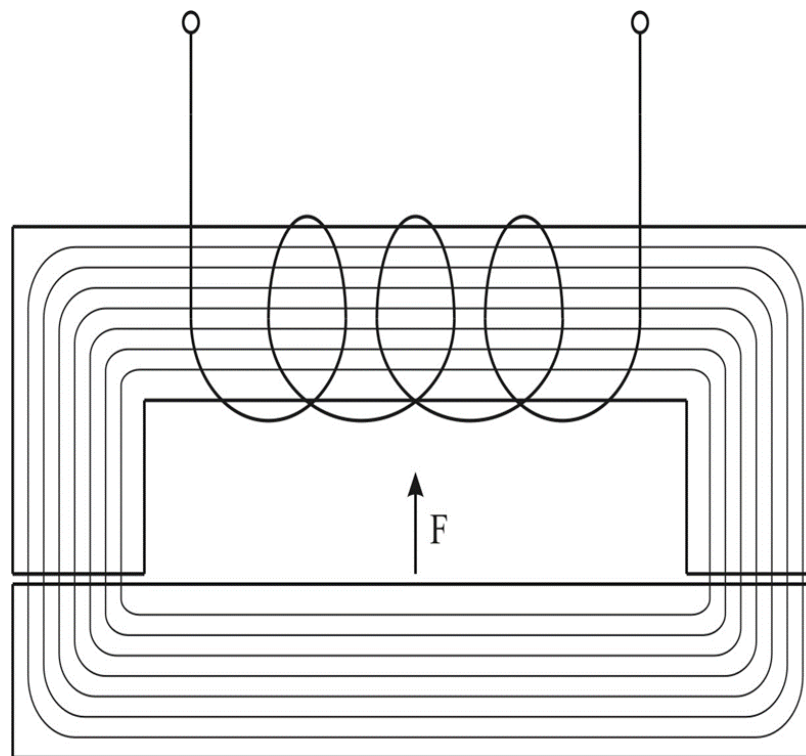
- Ferromágneses anyag → a mágnes mindkét pólusa vonzza → a mágnes az elemi mágneseket rendezi → kölcsönhatás két mágnes között

Az elektromágnes

- Kis távolság esetén

$$F = \frac{B^2}{2\mu} A$$

- Testek közötti távolság - légrés



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MÁGNESES KÖRÖK TÖRVÉNYEI

- Ohm törvény a $B = \mu H$ összefüggésből

$$B = \frac{\Phi}{A} \quad , \quad H = \frac{\Theta}{l}$$

Θ -ra rendezve

$$\Theta = \Phi \frac{l}{\mu A}$$

- Ha a tört mágneses ellenállás

$$R_m = \frac{l}{\mu A}$$

akkor

$$\Theta = \Phi R_m \quad \text{a gerjesztés a fluxus és a mágneses ellenállás}$$

$(U = I \cdot R)$ szorzata

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MÁGNESES KÖRÖK TÖRVÉNYEI

A mágneses ellenállások kapcsolása

- soros

$$R_m = R_{m1} + R_{m2} + R_{m3}$$

- párhuzamos

$$\frac{1}{R_m} = \frac{1}{R_{m1}} + \frac{1}{R_{m2}} + \frac{1}{R_{m3}}$$

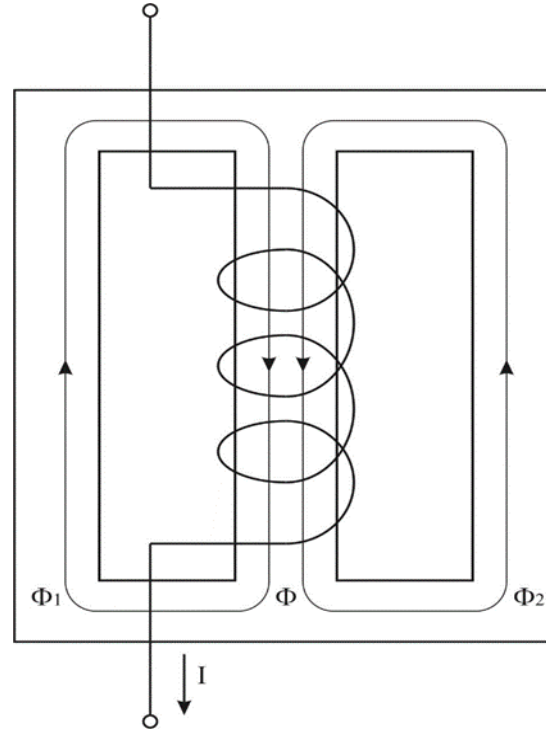
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A MÁGNESES KÖRÖK TÖRVÉNYEI

Kirchhoff törvényei

- csomóponti törvény: a csomópontba belépő fluxusok algebrai összege 0

$$\Sigma \Phi = 0$$



Az elágazó
mágneses kör

- hurok törvény $\rightarrow$ a gerjesztési törvény
a hurok mágneses feszültségeinek összege egyenlő a gerjesztéssel

$$\Theta = \sum_{i=1}^n H_i \cdot l_i$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓK

- Egy vezetőben feszültség indukálódik U_i , ha a vezetőt metsző fluxus megváltozik $\rightarrow$ a jelenség elektromágneses indukció
- **Faraday törvény:** U_i arányos a fluxusváltozás sebességével

$$U_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

- **Feszültség iránya:** Lenz törvény, az energiamegmaradás törvénye alapján

a létrehozott áram mágneses tere
gátolja az őt létrehozó folyamatot

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

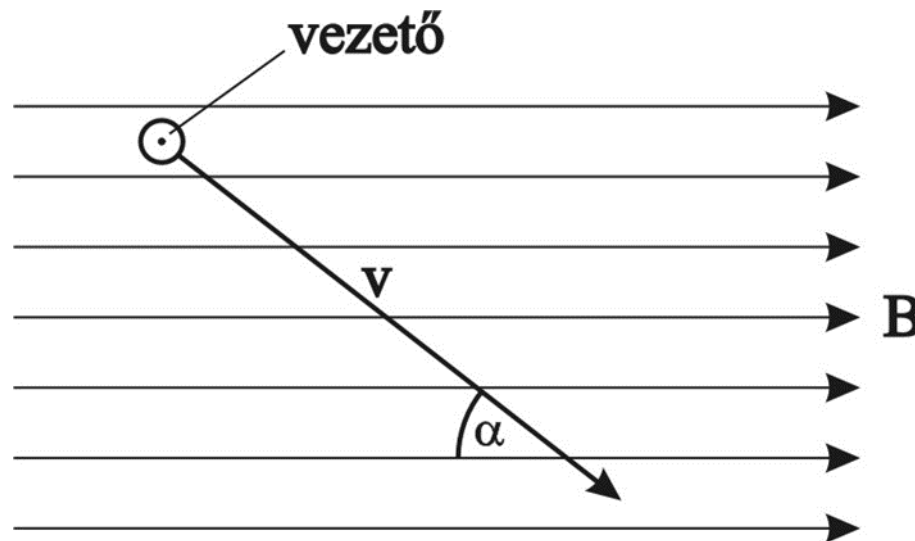
A MOZGÁSI INDUKCIÓ

- Mozgással történő feszültségkeltés, a vezető B indukciójú mágneses térben a térre merőlegesen mozog

$$U_i = B \cdot l \cdot v$$

- Tekercsben

$$U_i = N \cdot B \cdot l \cdot v$$



A vezető mozgása α szöget zár be

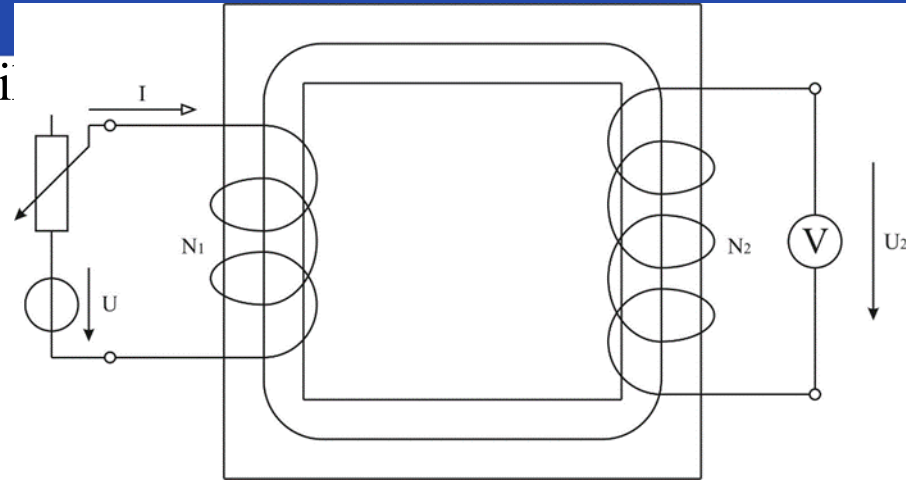
- Ha a mozgás és a mágneses tér szöget zár be $U_i = N \cdot B \cdot l \cdot v \cdot \sin \alpha$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

A NYUGALMI INDUKCIÓ

- Mágnes, tekercs áll, a fluxus változi

A nyugalmi indukció



- N_2 menetszámú tekercsben feszültség indukálódik, indukcióváltozás N_1 menetszámú tekercs árama miatt

$$U_2 = N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = N_2 \frac{\Delta B \cdot A}{\Delta t}$$

de $\Delta B = \mu \Delta H$ és $\Delta H = \frac{N_1 \cdot \Delta I_1}{l}$

ezért
$$U_2 = N_1 \cdot N_2 \mu \frac{A \Delta I_1}{l \Delta t}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ÖNINDUKCIÓ

- Feszültség indukálódik abban a tekercsben is, amely a fluxusváltozását áramának megváltoztatásával saját maga idézte elő
- A keletkezett feszültség az indukció törvény alapján

$$U_i = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad \frac{\Delta I}{\Delta I} \text{ -vel szorozva}$$

$$U_i = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta I} = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta I} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

- Az összefüggésben

$$L = N \frac{\Delta \Theta}{\Delta I} \quad \text{rendszer-től függő állandó}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \text{az áramváltozás sebessége}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ÖNINDUKCIÓ

- L önindukciós tényező v. induktivitás

Mértékegysége: $\frac{Vs}{A}$

$$\frac{1Vs}{A} = 1H \text{ (henry)}$$

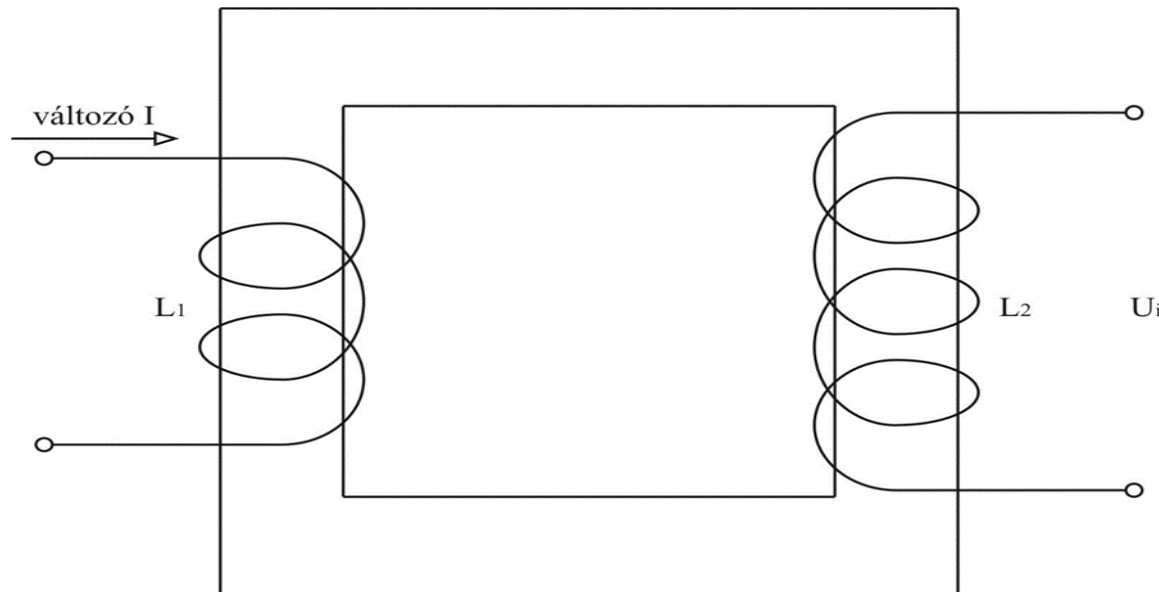
- Induktivitás - önindukciós tényezővel rendelkező rendszerek

$$L = N^2 \cdot \mu \frac{A}{l}$$

ÁLTALÁNOSGÉPTAN

KÖLCSÖNÖS INDUKCIÓ

- Két rendszer csatolása → energia vihető át
- Induktivitások csatolása → az egyik által keltett indukcióvonalak áthaladnak a másikon - áramuk megváltozásakor kölcsönösen indukálnak feszültséget egymásban



Csatolás
tekercsek között

ÁLTALÁNOSGÉPTAN

KÖLCSÖNÖS INDUKCIÓ

- A keltett feszültség

$$U_2 = M \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

Ahol M kölcsönös induktivitás H (henry)

- M függ a csatolási tényezőtől (k)

k - megmutatja, hogy az egyik tekercs indukcióvonalainak hányad része megy át a másik tekercsen

$$M = k \sqrt{L_1 \cdot L_2}$$

- Azonos tekercsek esetén

$$M = k \cdot L$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

- Példa:
- Köralakú $d = 15$ mm átmérőjű $N = 15$ menetből álló $I = 0,4$ A erősségű áram által átfolyt kerettel mágneses indukciót mérünk. A fellépő nyomaték legnagyobb értéke: $M_{\max} = 0,903 \cdot 10^{-3}$ VAs.
- Mekkora az indukció?

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

- Megoldás:

$$M_{\max} = B \cdot I \cdot A \cdot n$$

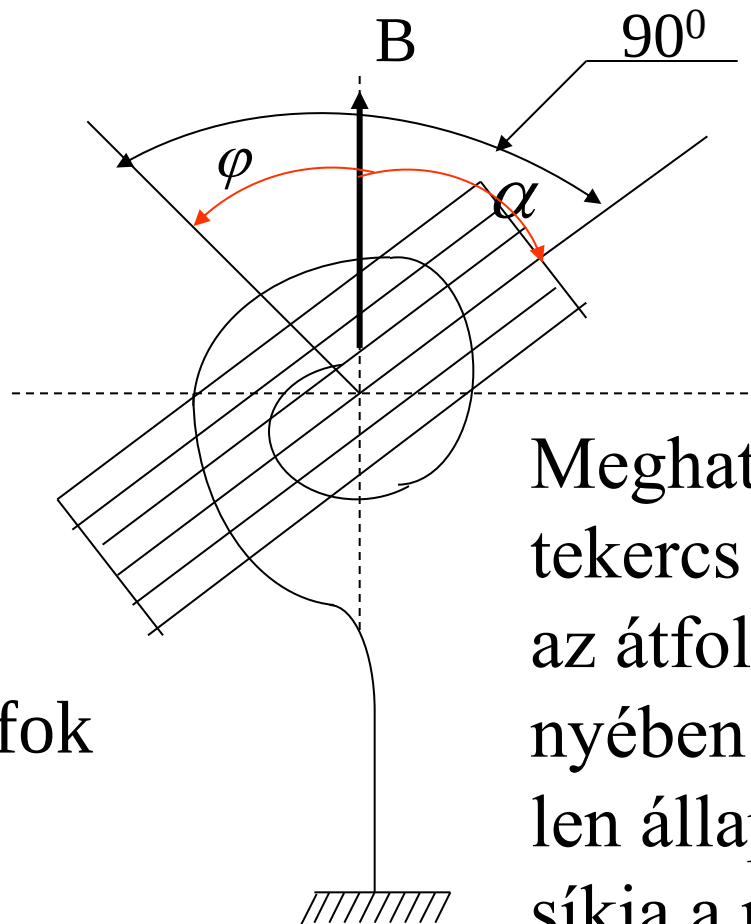
Innen:

$$B = \frac{M_{\max}}{I \cdot A \cdot n} = \frac{0,903 \cdot 10^{-3}}{0,4 \cdot \frac{(15 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot \pi \cdot 15} = 0,85 \dots \left[\frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} \right] = 0,85 \dots [\text{T}]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

Homogén mágneses térben, amelynek erőssége $B=0,4 \text{ Vs/m}^2$ visszatérítő-rugós forgatható tekercset helyezünk el. A tekercs méretei $1 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$, $n = 200$
A rugóállandó:
 $D = 0,196 \cdot 10^{-6} \text{ VAs/fok}$



Meghatározandó a tekercs szögelfordulása az átfolyó áram függvényében. A rugó feszítetlen állapotban a tekercs síkja a mágneses indukcióval párhuzamos!

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

- Megoldás:
- A tekercsre ható kitérítő, ill. visszatérítő nyomaték:

$$M_k = I \cdot B \cdot A \cdot n \cdot \sin \varphi = I \cdot B \cdot A \cdot n \cdot \cos \alpha$$

$$M_v = D \cdot \alpha$$

Egyensúlyi állapotban a két nyomaték egyenlő:

$$I \cdot B \cdot A \cdot N \cdot \cos \alpha = D \cdot \alpha$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

- Különböző szögekhez, különböző áramerősségek tartoznak, ezért célszerű felvett szögekhez meghatározni az áramerősséget:

$$I = \frac{D \cdot \alpha}{B \cdot A \cdot n \cdot \cos \alpha}$$

$$I = \frac{0,196 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 10^{-4}} \cdot \frac{\alpha}{\cos \alpha} = 12,25 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\alpha}{\cos \alpha} \dots\dots\dots [mA]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

- A számítást táblázatba foglalva:

$\alpha[^{\circ}]$	$\cos \alpha$	$I..[mA]$
0	1	0
10	0,985	0,124
20	0,940	0,260
30	0,886	0,424
40	0,766	0,638
50	0,643	0,925
60	0,500	1,470
65	0,432	1,880
70	0,342	2,500
75	0,259	3,540
80	0,174	5,620
85	0,087	11,960

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

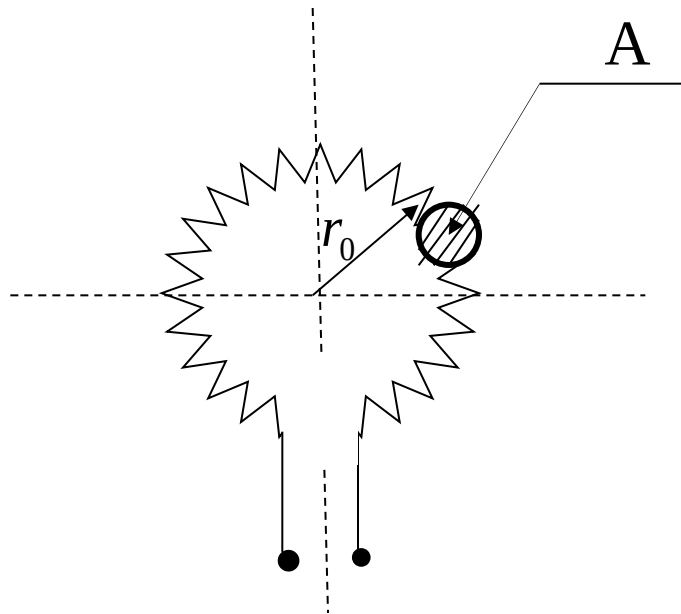
Mekkora az önindukció együtthatója annak a gyűrű alakú tekercsnek, amelynek közepes sugara $r_0 = 5 \text{ cm}$

keresztmetszete:

$$A = 4 \text{ cm}^2$$

menetszáma:

$$N = 300$$



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

- Megoldás:
- A mágneses térerősség a középvonal mentén a gerjesztési törvényből kiszámolható:

$$H_0 = \frac{n \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r_0}$$

A fluxus értékét megközelítőleg a középben felvett indukció érték és a felület szorzataként számolhatjuk:

$$\Phi = \mu_0 \cdot H_0 \cdot A = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot I \cdot A}{2 \cdot \pi \cdot r_0}$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

- A hurok fluxusa:

$$\psi = n \cdot \Phi$$

Az indukció együtthatója:
$$L = \frac{\psi}{I} = \frac{n \cdot \Phi}{I} = \frac{\mu_0 \cdot n^2 \cdot A}{2 \cdot \pi \cdot r_0}$$

Behelyettesítve:

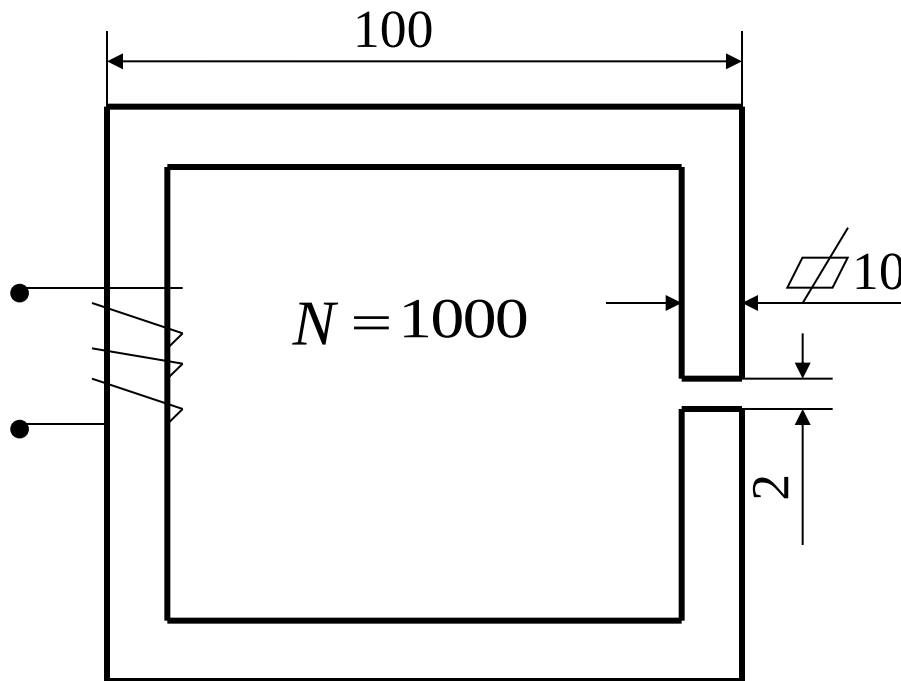
$$L = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-1} \cdot (3 \cdot 10^2)^2 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = 14,4 \cdot 10^{-3} \dots [H]$$

$$L = 14,4 \dots [mH]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

- Példa:



A mágneses kör anyagának
Relatív permeabilitása

$$\mu_r = 3400, N = 1000$$

$$I = 1 \text{ A}$$

Határozzuk meg az öninduk-
tivitást és a légrés indukci-
óját a szórás elhanya-
golásával

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

- Megoldás:
- A keresztmetszet felülete: $A = 100 \text{ mm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$
- A közepes erővonalhossz: $4 \cdot 0,09 \text{ m} = 0,36 \text{ m}$
- A vas ill. a légrés mágneses ellenállása:

$$R_{m1} = \frac{l_1}{\mu \cdot A} = \frac{0,36}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3,4 \cdot 10^3 \cdot 10^{-4}} = 0,85 \cdot 10^6 \dots \left[\frac{1}{H} \right]$$

$$R_{m0} = \frac{l_0}{\mu_0 \cdot A} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-4}} = 15,91 \cdot 10^6 \dots \left[\frac{1}{H} \right]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

- Az eredő mágneses ellenállás:

$$R_m = R_{m1} + R_{m0} = 16,76 \cdot 10^6 \dots\dots \left[\frac{1}{H} \right]$$

A tekercs induktivitása:

$$L = N^2 \cdot \mu \cdot \frac{A}{l} = \frac{N^2}{R_m} = \frac{10^6}{16,76 \cdot 10^6} = 59,7 \cdot 10^{-3} \dots [H] = 59,7 \dots [mH]$$

A vasmag fluxusa:

$$\Phi = \frac{L \cdot I}{n} = \frac{59,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{1000} = 59,7 \cdot 10^{-6} \dots\dots [Vs]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

MÁGNESESSÉGTAN

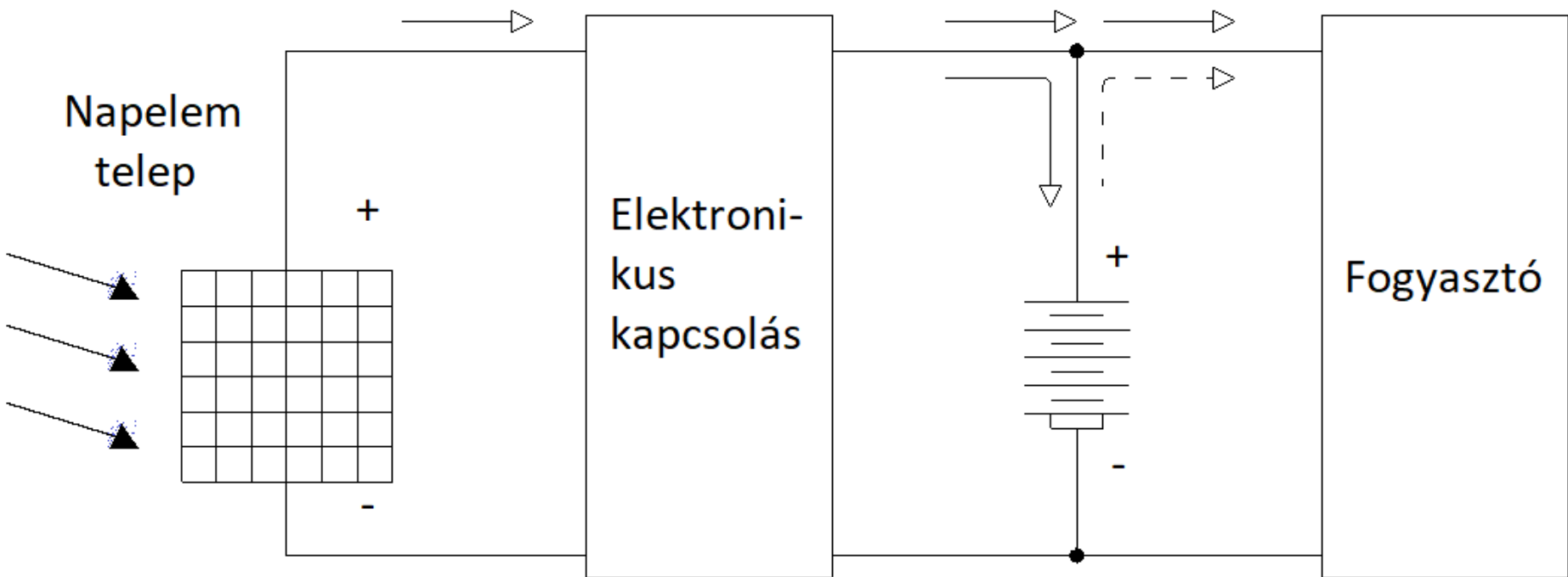
- A légrésben és a vasban az indukció:

$$B = \frac{\Phi}{A} = \frac{59,7 \cdot 10^{-6}}{10^{-4}} = 0,597 \dots \left[\frac{Vs}{m^2} \right]$$

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

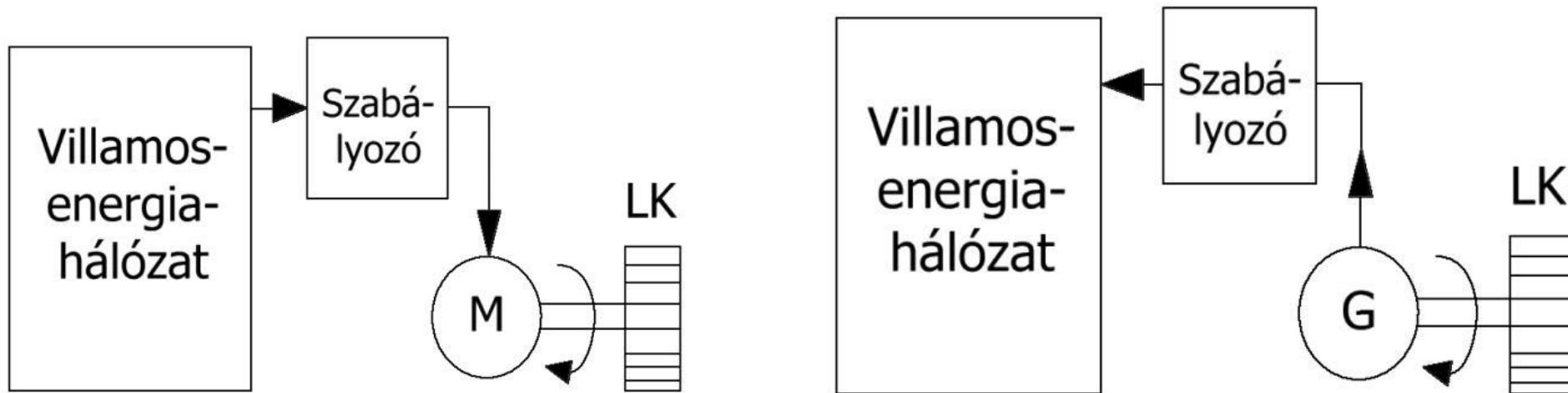
- Mechanikai akkumulátorok: megújuló szakaszosan igénybe vehető energiaforrásoknál
 - helyzeti energia



ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- A mozgási energia tárolása:
- lendkerekes energiatárolás:
 - - forgattyús hajtóművek
 - - acél és üvegszálalás műanyag lendkerekek
- a tárolható fajlagos energia: 10 000 kJ/kg
- előny: jó hatásfokkal ($\eta = 90 \%$) alakítható villamos energiává
- hátrány: csapágysúrlódás, légellenállás vesztesége
- drága (vákuumban forog, elektromágneses lebegtetésű csapágyazás)

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA



A lendkerékben tárolt energia azonnal visszanyerhető
Felhasználás: rövid ideig tartó csúcsteljesítmények leadása
szünetmentes áramforrások

Jelenleg: max. teljesítmény 1,5 MW
tárolási idő 15 perc

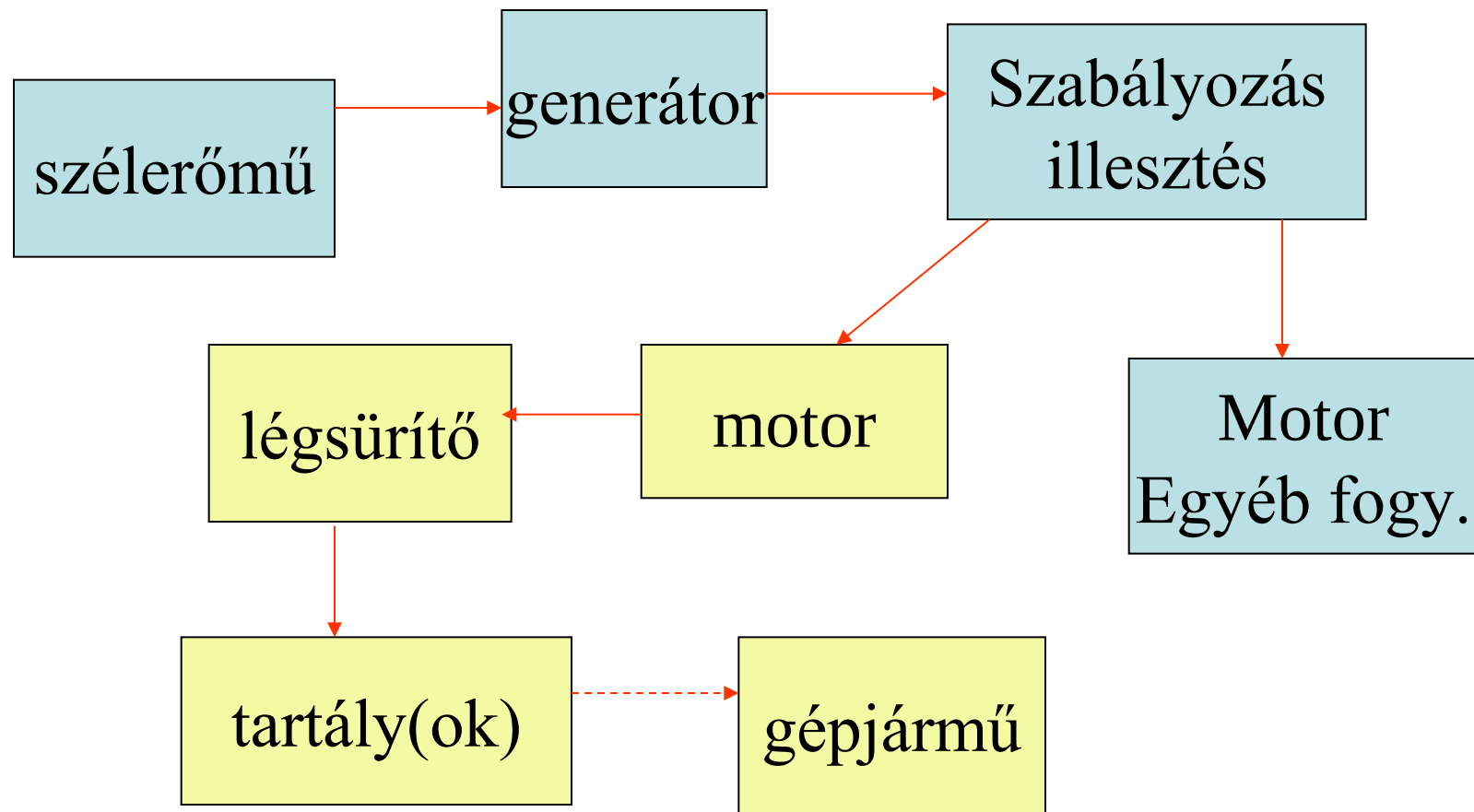
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Mechanikai energia tárolása sűrített gázzal:
 - 50 – 100 bar nyomású levegő gázturbinát hajt
 - a sűrített levegő tárolása:
 - kis mennyiségben tartályokban
 - nagy mennyiségben bányáknál
 - sóbánya üregekben
 - kísérleti jellegű járműhajtás

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Határtalan emberi képzelőerő: (pénz kérdése)



ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Hőakkumulátorok:
 - - szakaszosan üzemelő megújuló energiaforrásoknál
 - pl. napenergia, klímaberendezések (nyári-téli üzem)
 - - helyhez kötött felhasználás
 - - a tárolás elve belső energia-növelés:
 - hőmérséklet
 - halmazállapot-változás
 - - hőszigetelési problémák

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Villamos és elektromágneses energiatárolók
 - hagyományos kondenzátorok: elektrosztatikus tárolás, kis mennyiség, viszonylag rövid idő
 - speciális ultrakapacitás, elektrokémiai technológia
- extra nagy csúcsteljesítmények felvétele, leadása „azonnal”
 - gépjárműkísérletek: akkumulátoros hajtás, a szuperkondenzátor féküzemben töltődik

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Elektromágneses: csak akkor tárol, ha áram folyik rajta (mágneses gyűjtás)
- Elektrokémiai akkumulátorok:
 - - kémiai reakció eredményeként tárolják, adják le,
 - vagy veszik fel az energiát
- A reakció hőtermeléssel jár  veszteség

A kisütéskor villamos energiát ad le

Töltéskor villamos energiát vesz fel

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

akkumulátor típus	ólom akkumulátor	nikkel-kadmium	nikkel-fémhidrid
üzemi hőmérséklet	-10...55 °C	-40...50 °C	-40...50 °C
Elektrolit	kénsav vizes oldata	lúg vizes oldata	lúg vizes oldata
nyugalmi feszültség	2,1 V	1,35 V	1,35 V
fajlagos energia	20...40 Wh/kg	30...50 Wh/kg	50...80 Wh/kg
fajlagos teljesítmény	80...120 W/kg	100...150 W/kg	200...250 W/kg
Élettartam	400...750 ciklus	400...600 ciklus	600...1000 ciklus

Hagyományos akkumulátorok jellemző adatai

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

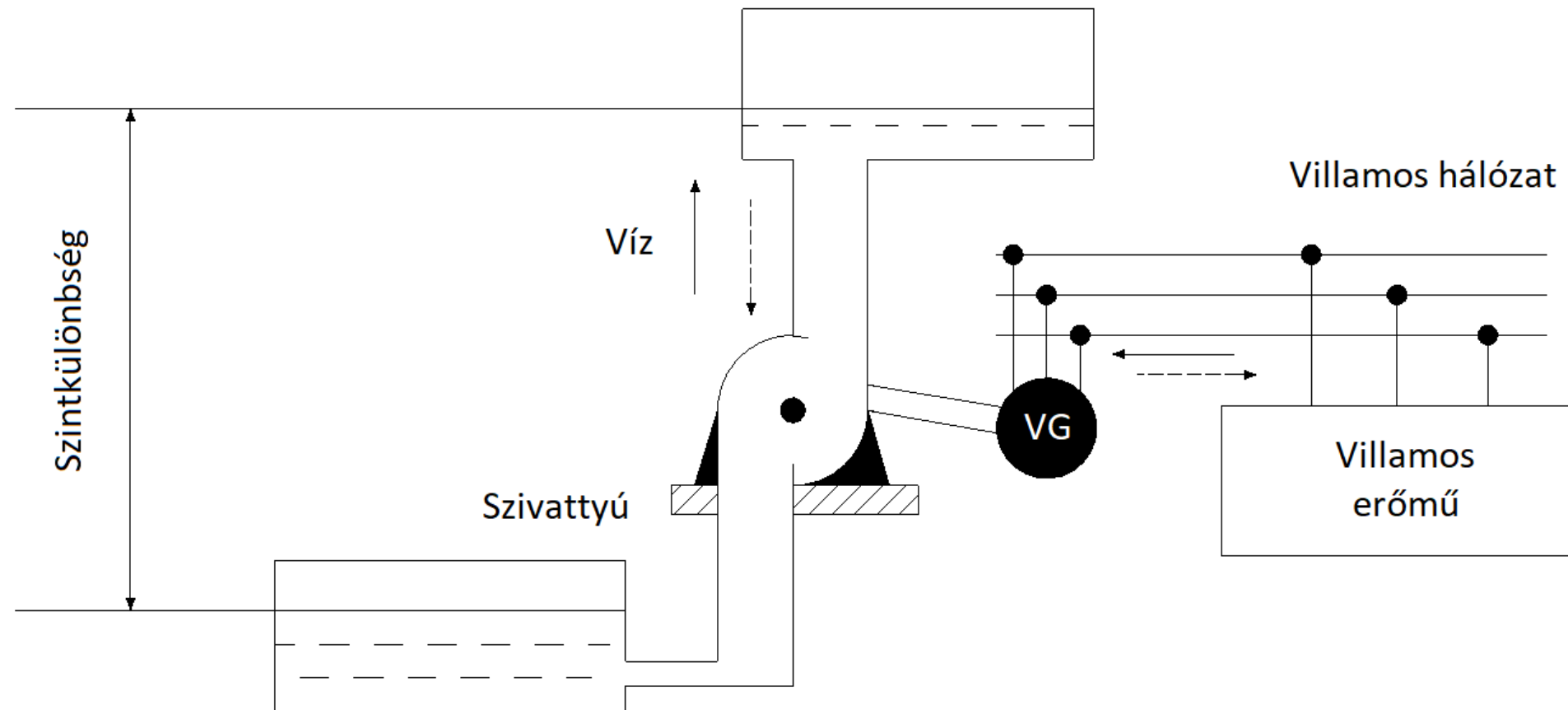
akkumulátor típus	nátrium-kén	nátrium-nikkelklorid	lítium-vasszulfát
üzemi hőmérséklet	~300°C	~300°C	~450°C
Elektrolit	száraz elektrolid	száraz elektolid	sóolvadék
nyugalmi feszültség	2,1 V	2,6 V	1,35 V
fajlagos energia	90...100 Wh/kg	80...90 Wh/kg	90...100 Wh/kg
fajlagos teljesítmény	80...100 W/kg		200...400 W/kg
Élettartam	200...400 ciklus		170...200 ciklus

Magas hőmérsékletű akkumulátorok néhány jellemző adata

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Felhasználási terület:
 - fotovoltaikus napelemeknél
 - gépjárművek
 - elektronikus, kis energiát igénylő eszközök
karóra, fényképezőgép, mobiltelefon.....
 - nagy mennyiségű energia tárolására irányuló
fejlesztések

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA



A felhasználás elvi vázlata

Védőkapcsolás, a napelem nem lehet fogyasztó

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Kémiai energiatárolás:
 - természetes vagy mesterséges úton előállított energiahordozók
 - kémiai reakció során adják le az energiát
 - lehet: hő
 - mechanikai munka
 - villamos munka
 - fény

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Leggyakoribb alapreakció: oxidáció
 - hőenergia
 - tüzelőanyagcella, közvetlenül villamos energia
- Természetes (fosszilis) energiahordozók előnyei:
 - nagy energiatároló képesség
 - egyszerűen, környezeti hőmérsékleten tárolhatók
 - szállításhoz, tároláshoz és elosztáshoz szükséges infrastruktúra kiépített

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

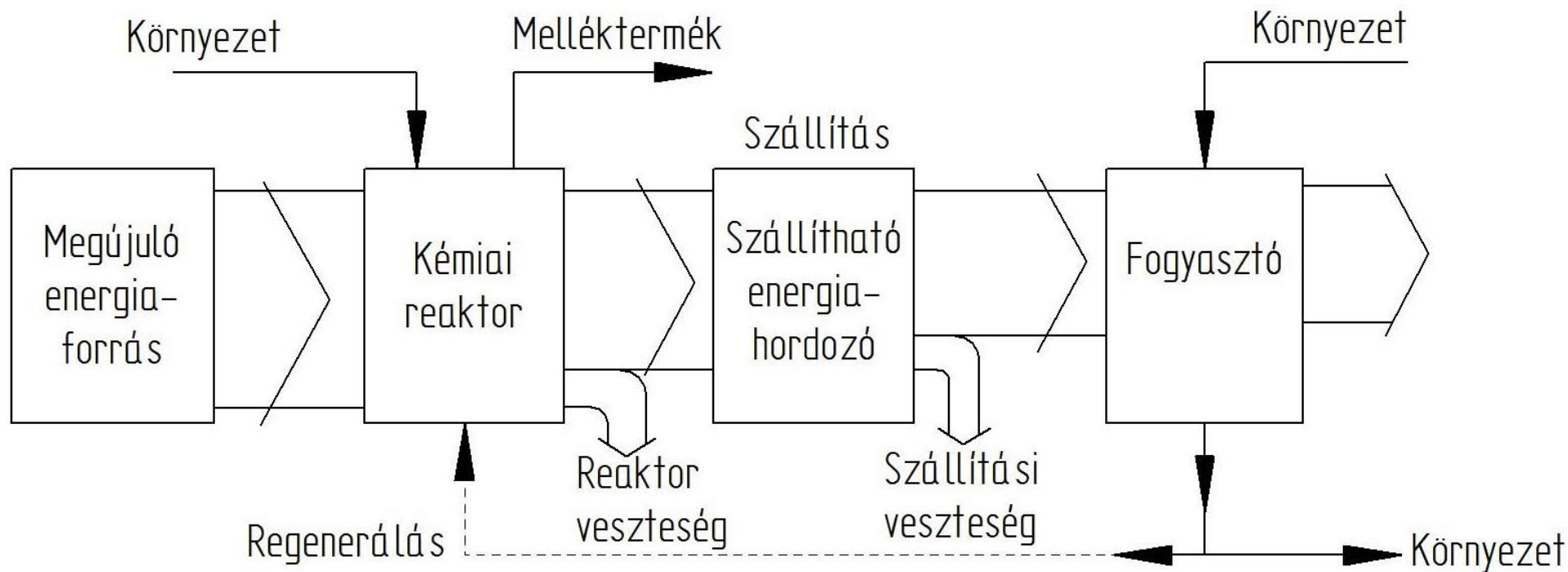
- a szállítási, tárolási veszteség kicsi
- az előállítási költség (még) viszonylag alacsony
- Kiváltásuk szükségessége:
 - a kitermelhető mennyiség fogy
 - növekednek az előállítási költségek
 - felhasználásuk környezetszennyezéssel jár

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Mesterségesen előállított tüzelőanyagok:
 - egymással, vagy a természetben található általában szervetlen anyagokkal: levegő
víz
szénsav
reakcióba lépve energiát termelnek
 - a reakciók energia befektetéssel megújíthatók
 - mesterséges tüzelőanyagot kémiai „reaktorban” állítunk elő

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA



A felhasználás elvi vázlata

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Legjelentősebb mesterséges energiahordozók:
 - hidrogén
 - metanol
 - ammónia
- Lehetséges energiahordozók a fémek
- a természetben nem tisztán fordulnak elő a nagy
- kémiai aktivitásuk miatt (oxidok, hidroxidok, sók..)
- kinyerésük energiaigényes művelet

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- A tiszta fémekből energia nyerhető
 - a szóba jöhető fémek:
 - magnézium
 - kalcium
 - alumínium
 - cink
 - szelén
- az ilyen irányú hasznosítás kutatása folyik

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- A hidrogén, mint energiahordozó:
 - a fosszilis energiahordozók kiváltására leginkább alkalmas
- főbb jellemzők:
 - energiatároló-képessége nagy (a fosszilisok többszöröse)
 - légköri nyomáson és hőmérsékleten gáz
 - elégetésekor víz keletkezik, levegőben nitrogén-oxidok is

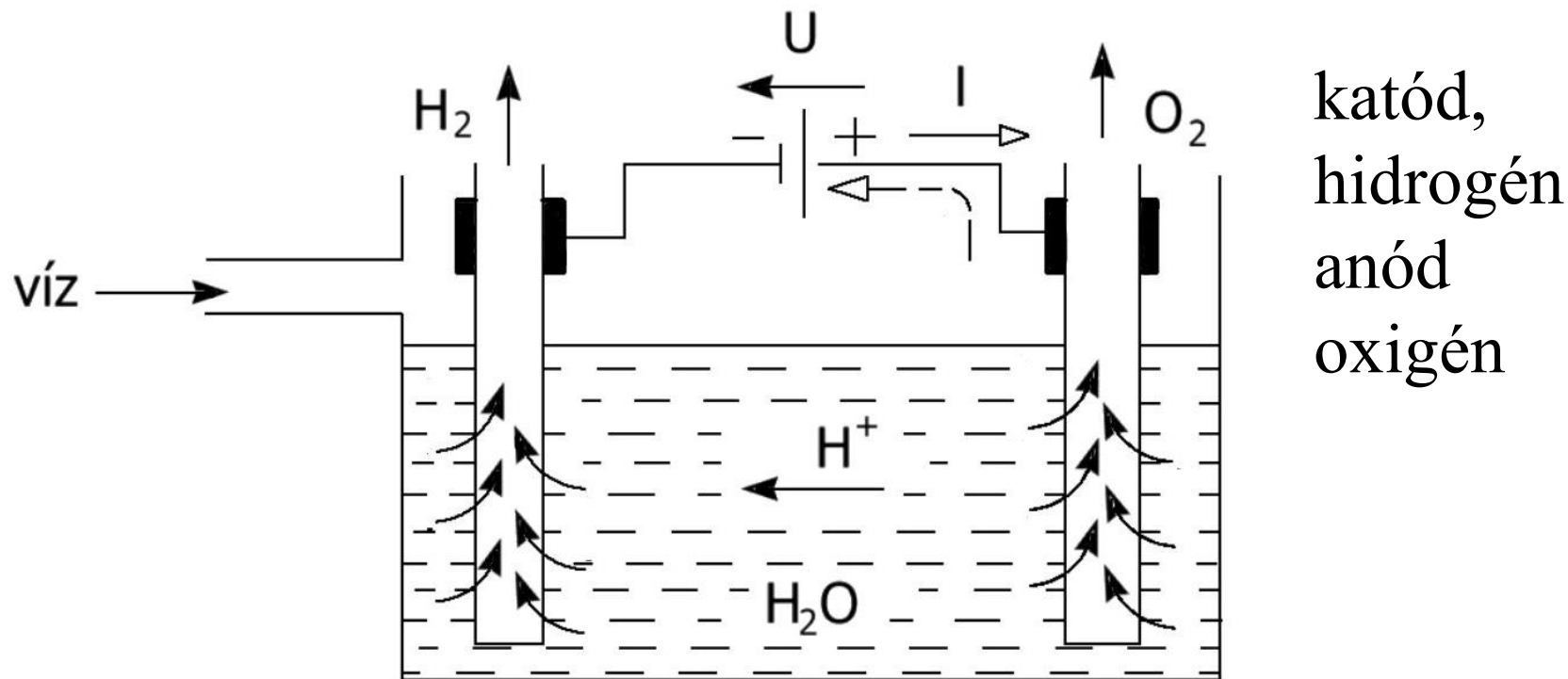
ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- hátránya:
 - nehezen cseppfolyósítható
 - szivárgás és robbanásveszélyes
- A hidrogén előállítása:
 - földgázból
 - vízből elektrolízissel
 - vízből termikus disszociációval
 - biogázból
 - ammóniából

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Elektrolízis:

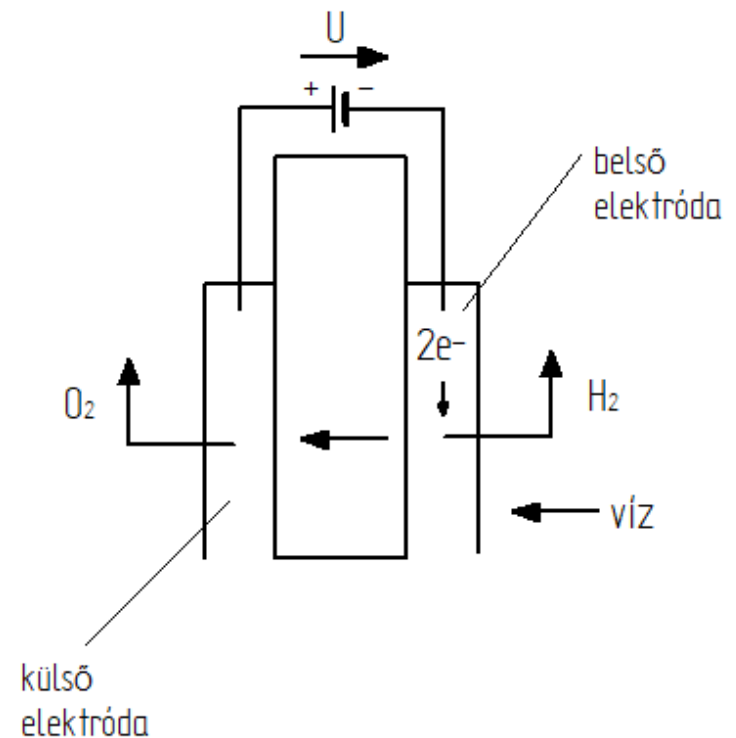
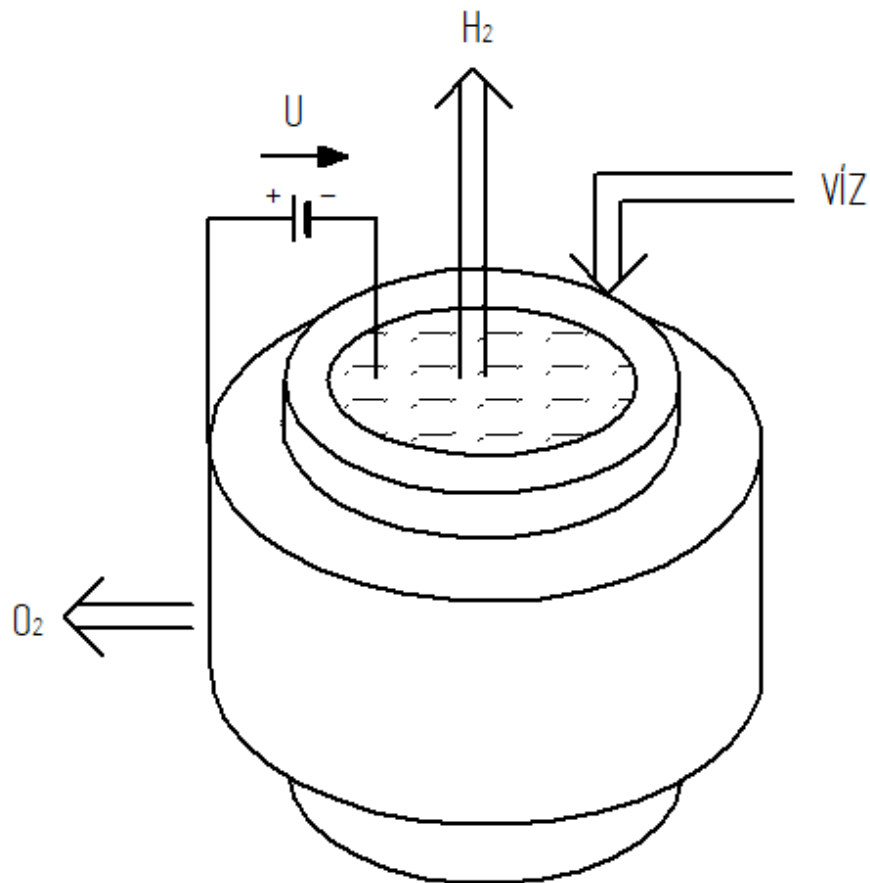


Hagyományos vízbontó berendezés

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Magas üzemi hőmérsékletű, szilárd elektrolitú vízbontó
 - bevezetett energia: hő- és villamos
 - jobb hatásfok, kevesebb villamos energia
 - a szilárd elektrolit cirkónium kerámia, a porózus anyag két oldalára kerül az elektróda
 - megújuló energiaforrások szerepe

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA



Szilárd cirkónium kerámiás vízbontó

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Hidrogén előállítás termikus disszociációval:
 - közel 2000 °C hőmérséklet kell
 - katalizátorral kb. 700 °C-ig csökkenthető
 - megújuló energiaforrás
- Hidrogén előállítása biogázból
 - hőközléssel
 - elgázosítással

ÁLTALÁNOS GÉPTAN AZ ENERGIA TÁROLÁSA

- Metanol, metilalkohol CH_3OH
 - jelenleg szénhidrogénnel keverve belsőégésű motorokban
 - tüzelőanyag-cellában a hidrogénhez hasonló felhasználás
 - Normál hőmérsékleten és nyomáson folyékony

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

AZ ENERGIA TÁROLÁSA

	Égéshő, kJ/kg	Fűtőérték, kJ/kg
Acetilén	50 244	48 570
Ammóniák	22 484	18 632
Benzin	46 685	42 498
Bután	49 547	45 763
Gázolaj	45 010	42 917
Hidrogén	141 897	120 083
Metán	55 561	50 077
Metanol (metil-alkohol)	22 317	19 511
Petróleum	42 917	40 823
Propán	50 370	46 392
Szén-monoxid	10 091	10 091

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

- **FELHASZNÁLT IRODALMAK:**

- 1) Anka I.: A hidraulikus hajtás és szabályozás, Mg. Kiadó, Budapest, 1986.
- 2) Haszpra O.: Hidraulika. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1997.
- 3) Balpataki Antal, Bécsi Tamás, Károly József, Márton Gergely, Szentannai Gábor: Járműhidraulika és -pneumatika, Typotex Kiadó, 2012.
- 4) Harmatha András: Termodinamika műszakiaknak, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.
- 5) Sitkei György: Gyakorlati áramlástan. Mg. Szaktudás Kiadó, Budapest, 1997.
- 6) Beke János: Hőtechnika a mezőgazdasági és az élelmiszeripari gépészetben, Agrinform Kiadó és Nyomda Kft, Budapest 1994.
- 7) Vas Attila: Műszaki hőtan, Egyetemi jegyzet, Gödöllő, 1979.
- 8) Vas Attila: Általános géptan Gödöllői Innovációs Központ Kft. Gödöllő, 2004.
- 9) Nagy Géza: Általános géptan. Debreceni Egyetem, Műszaki Főiskolai Kar, 2006.
- 10) Laib Lajos, Vas Attila: Traktorok-autók Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Budapest 1998.

ÁLTALÁNOS GÉPTAN

- 11) Beer György: Mezőgazdasági gépek gyártása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 1998.
- 12) Bohner és tsai: Gépjárműszerkezetek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1994.
- 13) Horst Grater: Gépkocsi -diagnosztika, SIMÜFO Könyvkiadó, Budapest 1996.
- 14) Pattantyús Á. Géza: Gépek üzemtana Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- 15) Janik József.: Gépfenntartás I-II., Szaktudás Kiadó Ház, Budapest., 2003.
- 16) Barótfi István: Energiafelhasználói Kézikönyv. Környezet-Technika Szolgáltató Kft, Budapest, 1993.
- 17) Gilber János: Megújuló energiák szerepe az energiaellátásban, B+V Kiadó, Budapest, 2005.
- 18) Tóth László: Alternatív energiaellátási rendszerek az agrárgazdaságban. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest 2012.
- 19) Gergely István: Méréstechnikai alapismeretek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2004.
- 20) Nagy István: Műszaki diagnosztika I. II. III. DELTA-3N Kft. Paks, 2006.
- 21) Holics László: Fizika 1-2. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000.
- 22) Bánhidi László - Gyuricza István - Oláh Miklós: Automatika mérnököknek NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ 2001.

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE