

PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMESZTÉS ÉS FAJTAHASZNÁLATANA

Dr. Monostori Tamás főiskolai tanár
Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar
Növénytudományi és Környezetvédelmi Intézet



A PRECÍZIÓS NÖVÉNYTERMESZTÉS TECHNIKAI ALAPFELTÉTELEI

olvasólecke

Időigény: 45 perc

**Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával.
Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014**

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



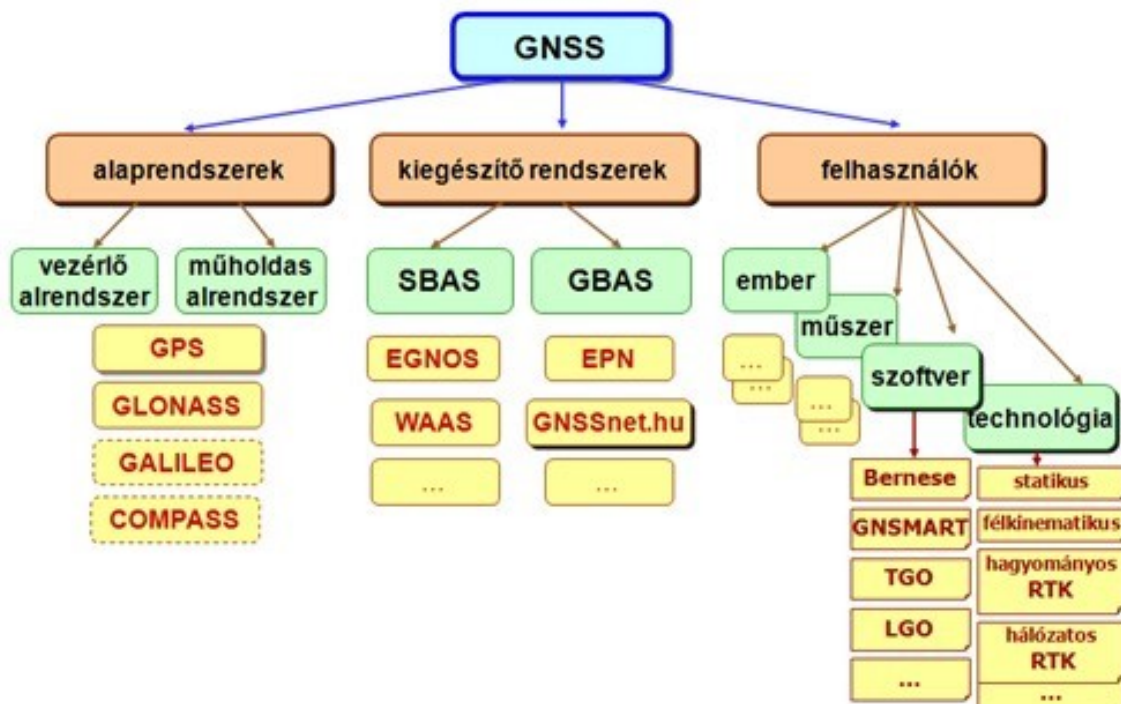
BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Az olvasóleckében azokat a fontosabb technikai/műszaki és technológiai alapfeltételeket tekintjük át (a teljesség igénye nélkül), melyek a precíziós szántóföldi növénytermesztés gyakorlatában a tervezés és/vagy a megvalósítás szintjén szükségesek lehetnek.

A GLOBÁLIS NAVIGÁCIÓS MŰHOLDRENDSZER (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM - GNSS)

A GNSS műholdak rendszere, melyek a világuőrből hely- és időmeghatározási adatokat tartalmazó jeleket továbbítanak a GNSS-vevőkészülékekhez. A GNSS technológián alapuló helymeghatározás lényege, hogy a műholdak pozíciója ismert, azok adott időpontban ismert pontoknak tekinthetők egy meghatározott vonatkoztatási rendszerben. A navigációs adatokat a mesterséges holdak maguk sugározzák ismert helyzetű földi pályakövető állomásokhoz. A GNSS vevő meghatározza a távolságot maga és néhány, szimultán módon észlelt műhold között, majd ezen távolságok és a műhold-pozíciók ismeretében a vevő helyzete adott vonatkoztatási rendszerben kiszámítható (Busics, 2010).

A precíziós növénytermesztés alapját a műholdas helymeghatározás adja. A fedélzeti számítógépek ennek segítségével tudják meghatározni az aktuális pozíciójukat, vezérelni az automatikus kormányrendszereket, illetve munkagépeket.



A GNSS összetevői, bővített értelmezés esetén

Busics (2010) alapján

Globális Helymeghatározó Rendszer (Global Positioning System - GPS)

Napjainkban a - talán - legfejlettebb műholdas rendszer, a GPS az alapja a precíziós gazdálkodásnak. A GPS a mezőgazdaságban ma már széles körben használatos az automata kormányzáshoz és tájékoztató pontok létrehozásához.

A GPS 24 db Föld körüli pályán keringő műholdból áll, melyek a pontos időt és a saját pozíciójukat sugározzák. A pontos hely meghatározásához minimálisan 3 műhold adataira van szükség: a műholdak pontos helyének és a jel sugárzásának idejéből a GPS-vevő meghatározza a műholdak képzeletbeli gömbfelszínének metszeteként a pontos pozíciót a Földön.

A GPS-es sorvezetőknél a pontosságával kapcsolatos alapfogalmak:

- sorcsatlakozási pontosság: a gép a tábla művelése során az egyik sorról mekkora pontossággal képes a másikra fordulni
- visszatérési pontosság: egy adott pontra történő visszanyitás pontossága, akár órákkal, napokkal, hónapokkal később

Például, a GPS jelek 5-10 méteres visszatérési pontosságából sorvezető GPS segítségével **20-30 cm-es sorcsatlakozási pontosság** is elérhető.

Bővebb információ:

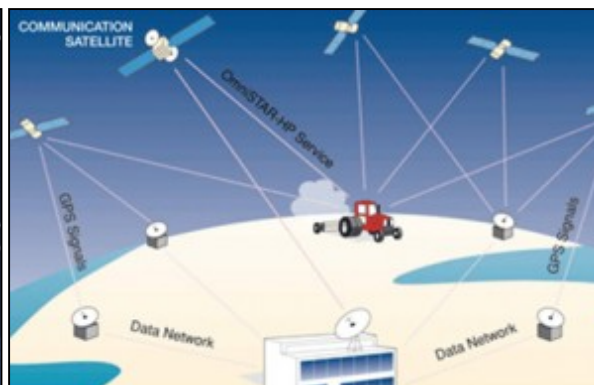
http://www.agrogazda.hu/hirek/publikaciok/gps_tecnologia_a_mezogazdasagban

Az ingyenes **EGNOS** (European Geostationary Navigation Overlay Service) korrekciós jel vételével a sorvezetők alkalmasak **15-20 cm-es csatlakozási pontosság** elérésére.

Bizonyos munkaműveletek – pl. vetés, sorközművelés – ennél nagyobb pontosságot, illetve ismételhetséget igényelnek. Ennek megvalósításához különböző korrekciós jelek állnak rendelkezésre.



OmniSTAR XP
15 cm Worldwide Service



OmniSTAR HP
10 cm High Performance

Műholdas korrekciós jelek:

– **OmniSTAR XP**

- A pálya- és az órahiba, illetve az atmoszféra jelrontó hatását korrigálja.
- $\pm 7 - 12$ cm csatlakozási-, ± 20 cm visszatérési pontosság

– **OmniSTAR HP**

- A műhold információi mellett a földi bázisállomás-rendszer adataiból állítja elő a korrekciót.
- $\pm 6 - 8$ cm csatlakozási-, ± 10 cm visszatérési pontosság

– **CenterPoint RTX**

- $\pm 3,8$ cm csatlakozási- és visszatérési pontosság
- A 2,5 cm-es RTK jelnél lényegesen olcsóbb eszközzel vehető
- A gyors inicializálási funkciónak köszönhetően 2-5 perc alatt elérhető
- A GPS vevő a GLONASS rendszer műholdjainak jelét is használja, ezáltal a legkedvezőtlenebb vételi viszonyok (pl. fák takarása) alatt is kellő számú műholdat lát. Esetleges kitakarás esetén 2 percig használja a legutolsó vett korrekciót – a sűrű fasorok sem jelentenek problémát.

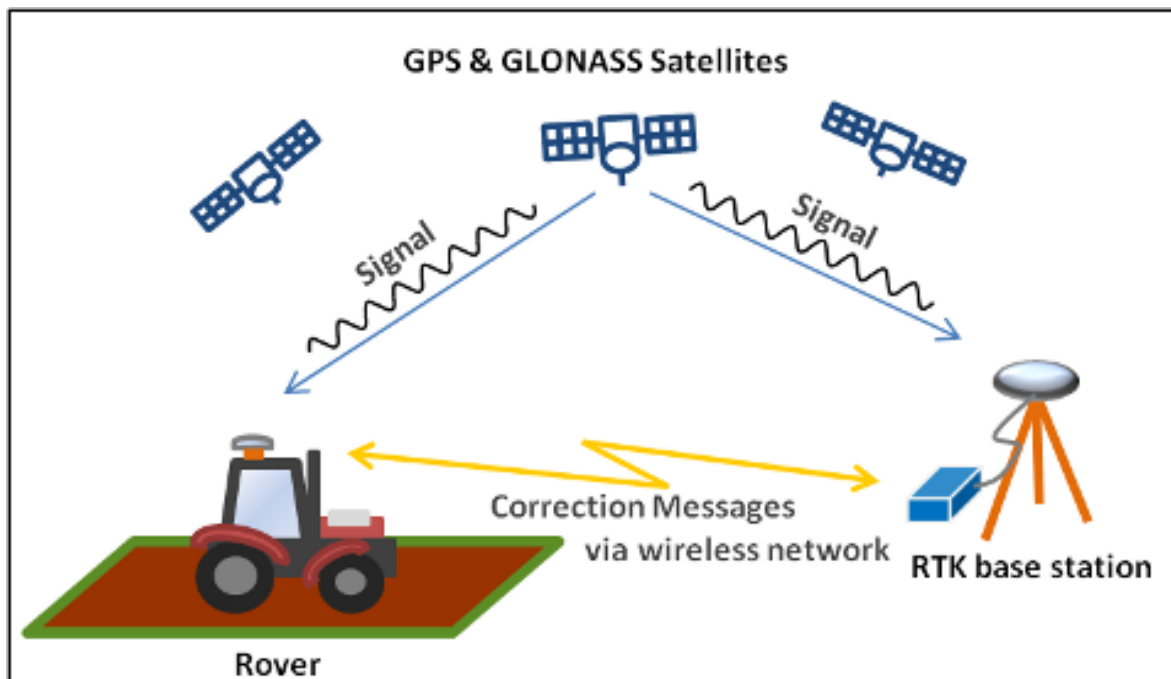
A GLONASS vétel

A GLONASS **az amerikai GPS rendszer orosz megfelelője**, ahhoz hasonlóan a GPS-vevő helyzetének meghatározására szolgál. A GLONASS jel tehát **nem korrekciós jel**, vételével lényegében kétszer annyi műhold jelét képes venni a GPS vevő, ezáltal minden helyzetben lát kellő számú műholdat, és működőképes marad.

Valós idejű kinematikus (Real-Time Kinematic - RTK) korrekció

Az RTK helymeghatározás egy műholdas navigációs technika, amelyet a műholdas helymeghatározó rendszerekből (pl. GPS, GLONASS) származó helymeghatározási rendszerekből származó adatok pontosabbá tételére használnak, akár **centiméter** pontossággal. A valós időben, irodai szoftver nélkül, a referencia vevőtől a végeredmény előállításához szükséges adatok folyamatosan megérkeznek a mozgó vevőhöz, mobil adatátviteli eszközök segítségével. A mozgó vevőben megvalósul az inicializálás, ami azt a folyamatot jelenti, amikor a mérés elején az első centiméter pontosságú pozíció kiszámításra kerül. A mai, legmodernebb eszközökkel az inicializálás egy percen belül kiszámításra kerül menet közben is. Az inicializálási

időre nagy befolyása van a mozgó és a referencia vevő közötti távolságnak. Kisebb, de jelentős szerepe van az űridőjárásnak. A legkisebb befolyása a GPS típusának van.



<https://www.magellan.jp/english/item/index1.html>

Saját bázisos RTK

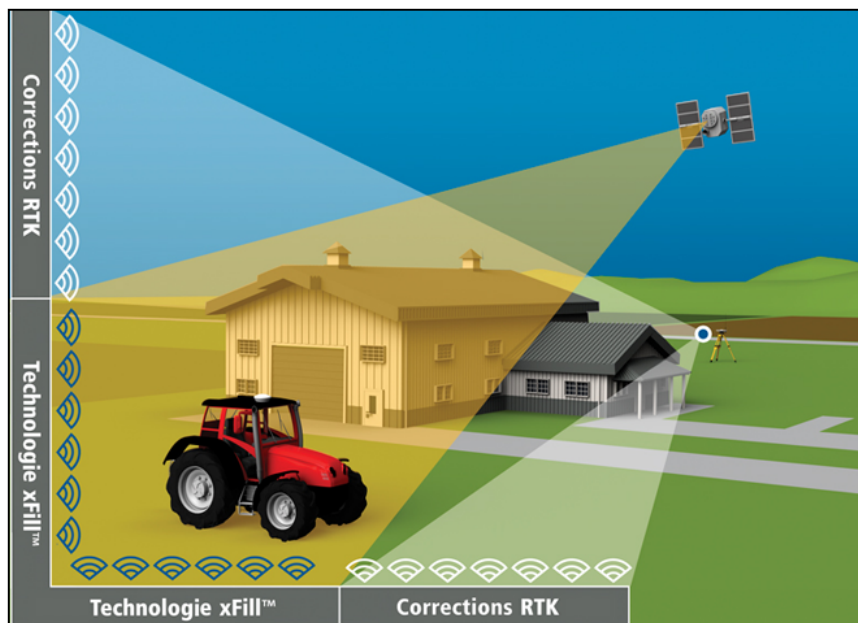
A jel vétele erre alkalmas GPS-vevővel, illetve sorvezetővel lehetséges. A legtöbb (New Holland) eszköz esetében ez mindössze egy feloldókód aktiválásával, illetve egy RTK rádióvevő illesztésével kivitelezhető.

Bővebb információ:

<http://rtk-mindenkinet.hu/rtk-fogalma/>

xFill™ technológia

Az xFill™ maximális vételi és működési biztonságot ad a New Holland RTK GPS-vevőinek. A megoldás lényege, hogy amennyiben az RTK korrekciós jel vétele megszakad (domborzati viszonyokból, növényzetből adódó árnyékolás vagy GPRS lefedettségi problémák előfordulása esetén stb.), a GPS vevő automatikusan átvált a Centerpoint RTX műholdas korrekciós jelre. Mindez zökkenőmentesen és automatikusan, a működés – pl. robotpilóta-vezérlés – zavarása nélkül történik és akár 20 percen át képes az RTK korrekciós jel vétele nélkül tovább működni.



Az xFill™ technológia és az RTK korrekció

<https://agriculture.trimble.com/product/trimble-xfill/?lang=hu>

Bővebb információ:

<https://www.agrotec.hu/gps>

AZ ERŐ- ÉS MUNKAGÉPEK VEZÉRLÉSE

Mezőgazdasági sorvezetők műholdas navigációval

A műholdas navigáció segítségével csökkenthető a felesleges üzemanyag- és inputanyag-felhasználás a kihagyások és az átfedések kiküszöbölésével. A sorvezetők bármilyen kedvezőtlen látási viszonyok mellett segítik a pontos munkavégzést (15-20 cm vagy max. 2,5 cm). A helymeghatározás pontosságának és a könnyen értelmezhető, jól látható navigációnak köszönhetően könnyedén tartható a kívánt nyomvonal, akár éjszaka is. A sorvezető eszközök kialakítása tökéletesen megfelel a szántóföldi körülményeknek: por-, víz- és rázkódásálló, masszív fémházban.

Automatikus kormányzás

Az automatikus kormányrendszerek a műholdas navigáció segítségével mindig a kívánt nyomvonalon tartják az erőgépet, kiküszöbölve az emberi hibából adódó pontatlanságot. Segítségükkel könnyedén és nagy pontossággal végezhető el a legkényesebb mezőgazdasági munkák is.

Használatukkal:

- javul a csatlakozási pontosság, valamint a munkaszélesség kihasználása
- nő a területteljesítmény
- csökken az üzemanyag-felhasználás
- csökken a növényzet sérülésének lehetősége és a gépkezelő terhelése
- javul a munka minősége

Erőgépek automatikus kormányzása

Dörzskerekes robotpilóta – Trimble EZ-Steer

A New Holland EZ-Steer a kormánykeréken beavatkozó, dörzskerekes robotpilóta, bármely New Holland sorvezetővel egyszerűen összekapcsolható, gyorsan felszerelhető. Akár több gépre is könnyedén áthelyezhető. Szinte bármilyen géptípussal kompatibilis, több száz gyári platform elérhető. A dőlésszög-kompenzációnak köszönhetően jól boldogul akár hegyes-völgyes területeken is, mivel a kalibrálás során megtanulja az erőgép kormányrendszerének holtjátékát.



EZ-Steer

EZ-Pilot

Trimble EZ-Pilot

Az EZ-Pilot kormányautomatika a hagyományos dörzskerekes rendszerekkel szemben a kormányoszlop tengelyére erősítve végzi a kormányzást, így erős fogaskerekes motorjának köszönhetően nehezebben forgatható kormányokat is biztonságosan pontosan mozgat.

Előnyei:

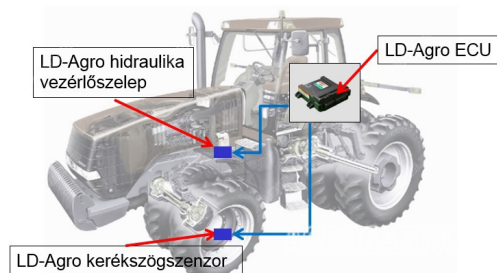
- fejlettebb dőléskompenzálás
- gyorsabb reakció, pontosabb kormányzás
- kisebb helyigény

Ag-Leader OnTrac2+™ és OnTrac3+™, LD-Agro UniDrive

Maga a fogaskoszorús elektromechanikus mozgatóberendezés ugyancsak a kormányoszlopra van rögzítve és egy speciális kormánygyűrű segítségével a kormánykerékkel van összekapcsolva, így végzi a kormány mozgását. Rendelkezik dőléskompenzálással, ami a domboldalakon is pontos, változatlan iránytartást biztosít.



Ag-Leader OnTrac2+™



Hidraulikus kormányautomatika

Hidraulikus kormányautomatika

Hidraulikus kormányautomatika előnye a korábbiaknál gyorsabb reakció, a még pontosabb kormányzás és a még fejlettebb dőléskompenzálás. Alkalmazása szinte elengedhetetlen hibridkukorica vetésénél, kapásnövények sorközművelésénél.

Bővebb információ:

<https://agroforum.hu/assets/uploads/2018/01/201601003.pdf>

Munkagépek kormányzása

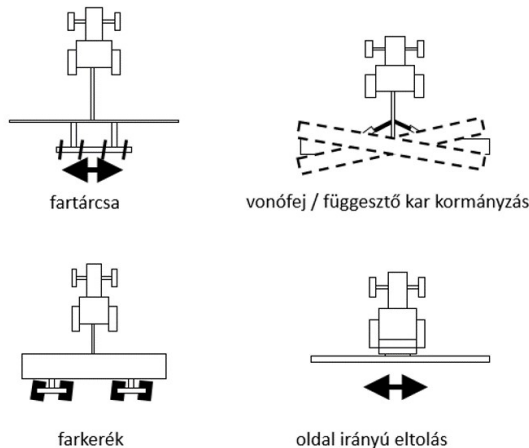
Passzív munkagép-kormányzás

Nagyobb mértékű keresztirányú lejtés esetén a munkagépek a legprecízebb kormányzás ellenére is elsodródhatnak. A munkagép kormányzása megakadályozza a munkagépek elsodródását a legextrémebb domborzati (lejtési) viszonyok esetén is. Az erőgép kormányautomatikája, ha kell, letér a saját nyomáról, annak érdekében, hogy a munkagép mindig tökéletesen a nyomon haladjon.



Aktív munkagépkormányzás

Az aktív munkagép-kormányzás egymástól függetlenül, aktívan kormányozza **az erőgépet és a munkagépet**. Így mind az erőgép, mind a munkagép pontosan a kívánt nyomon halad. Így például sorközművelésnél is alkalmazható, ahol a passzív munkagép-kormányzást használó erőgép taposást okozna. A munkagépre ez esetben lényegében egy komplett robotpilóta-rendszer kerül kiépítésre. A tényleges kormányzást farkerekek, fartárcsák vagy eltolható fel függesztés stb. végzi.



<https://www.axial.hu/aktiv-munkagep-kormanyzas>

ISOBUS

Az ISOBUS

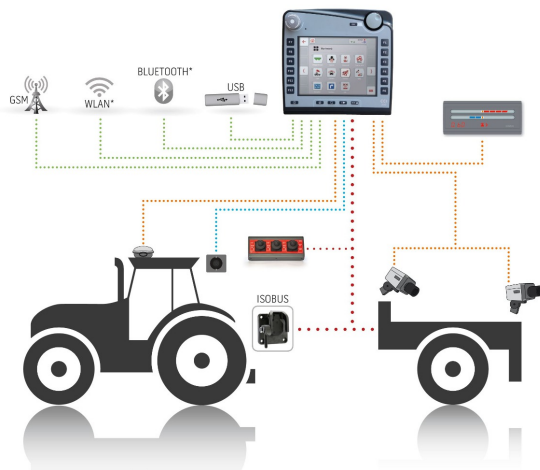
- nemzetközi kommunikációs protokoll, a szabvány soros adathálózatot határoz meg az erdészeti vagy mezőgazdasági traktorok és munkagépek vezérlésére és kommunikációjára
- bináris adatátvitelre szolgáló egységes BUS (Binary Unit System) rendszeren alapuló szabványosított kommunikáció az elektronikával ellátott munkagép és a vezetőfülkében levő vezérlő terminál között



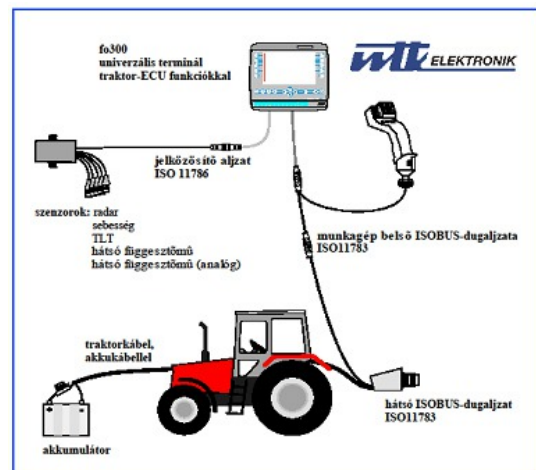
<https://lemken.com/hu/fieldtronic/isobus/>

A legfontosabb ISOBUS-rendszerelemek

1. ISOBUS-kompatibilis kezelőterminál (UT); 2. ISOBUS feladatszámító rendszer a készüléken; 3. Szabványos csatlakozóaljzat a traktoron; 4. További ISOBUS-kezelőelem (AUX-N botkormány); 5. ECU traktor, 6. GPS-vevő



Az ISOBUS-kompatibilis gépcsoport egyetlen univerzális terminálról vezérelhető

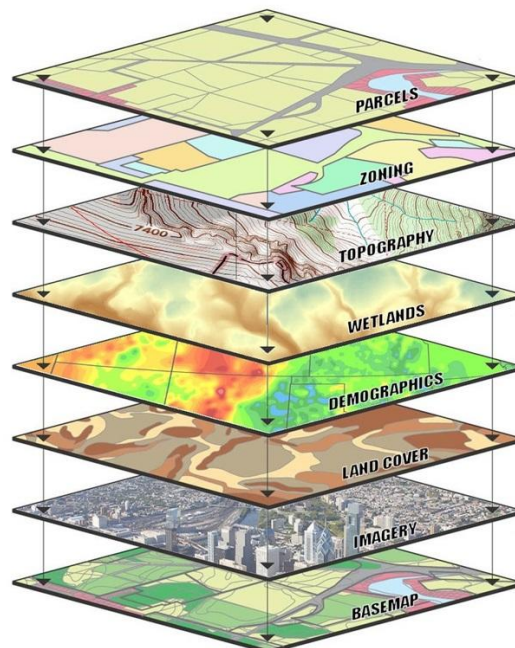


A traktorba utólag is beszerelhető ISOBUS-rendszer

A FÖLDRAJZI INFORMÁCIÓS RENDSZER (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM - GIS)

A földrajzi/térinformatikai információs rendszer (GIS) egy számítógépes rendszer, amely

- gyűjti,
- tárolja,
- integrálja,
- módosítja,
- analizálja,
- megjeleníti
az adott földrajzi helyhez kapcsolódó adatokat
- lehetővé teszi
 - az adatok vizuális analizálását
 - az olyan mintázatok, trendek, összefüggések elismerését, melyek nem lennének láthatók táblázatos/írott formában
- az egy-egy adott jellemzőre vonatkozó adatokat külön-külön rétegek formájában ábrázolja, az információk réteges ábrázolásával a térképezett objektumok közötti térbeli összefüggések hangsúlyozhatók
- kombinálja az általános adatbázis-kezelést (pl. lekérdezés és statisztikai analízis) a térképek által nyújtott vizuális és geografikus analízis előnyeivel



<https://www.usgs.gov/media/images/gis-data-layers-visualization>

Adatmegjelenítés a GIS-ben

GIS adatok:

- valós objektumok (pl. utak, földhasználat, magasság, fák, vízi utak) megjelenítése digitális adatokkal

Valós objektumok:

- meghatározható objektumok (pl. egy ház)
- folyamatosan változó mezők (pl. csapadék mennyisége, magasság)

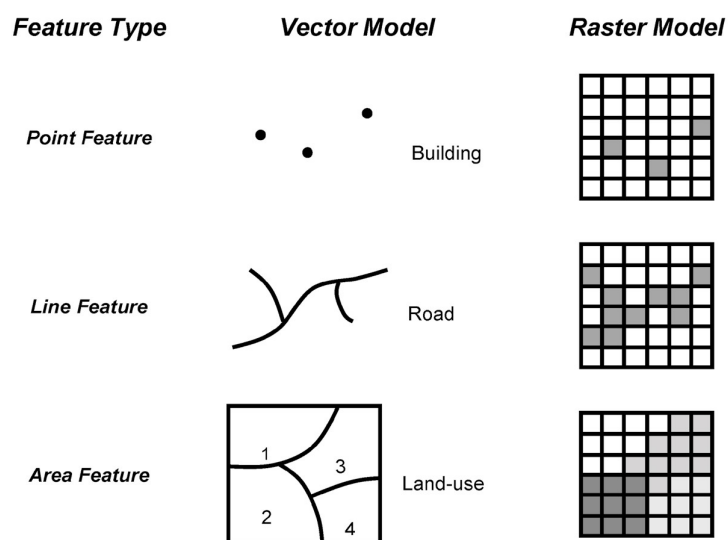
Objektumok leírása (helyzet, méret, alak) **geometriai alapelemek** (pont, vonal, felület, rácspontok) segítségével:

- **pont:** pl. fák, szobrok, források
- **vonal:** pl. különböző vízrajzok, úthálózatok, vezetékek
- **felület:** pl. területhasznosítás, különböző talajtípusok, beépítettség

A pontok, vonalak, felületek

- helyzetét - geometriai adatok jellemzik (pl. földrajzi koordináták, utcanév és házszám)
- tulajdonságait, minőségét - attribútum adatok (pl. fa fajtája, oszlop anyaga, építés éve, talaj típusa) tartalmazzák

Az adatok tárolása a térinformatikai rendszerekben tematikus rétegekbe (layer) rendezve, különböző adatmodellek alapján történik.



Pont, vonal és terület (poligon) ábrázolása vektor- és raszter-modellben

Adattárolási formák:

- vektoros
- raszteres

A vektoros adattárolási forma

A vektoros tematikus rétegek felépítése:

topológikusan összeszervezett objektumok + hozzájuk kapcsolódó tulajdonságokat leíró táblázatok

Elemtípusai: pont, vonal, poligon

Pont:

- x, y, (z) koordinátával meghatározott, területtel nem rendelkező objektum
- használata: az általa jelölt valós objektum túl kicsi lenne a térképen vonallal vagy poligonnal megjelenítve
- lehet kezdő- és végpont (node), vagy csomópont és töréspont (vertex)

Vonal:

- koordinátapárok sorozata, ami bizonyos vonalas objektumot reprezentál
- nem rendelkezik szélességgel és területtel, de van iránya

Poligon:

- vonalakkal határolt, területtel rendelkező objektumtípus
- zárt alakzat, határvonala egységes területet zár közre (pl. tó, megye)
- topológikusan vonalak sorozatával írható le, a vonalak a poligonok határvonalait alkotják

A leíró adatok tárolása táblázatban történik – pl. shapefile-ok, adatbázisok, egyéb tárolási formák (pl. excel vagy text file)

shapefile (shp):

- képes térben leírni a vektoros jellemzőket
- minden elemhez tartozik egy attribútum, ami leírja annak jellemzőit (pl. név, hőmérséklet)
- alakzatok (pontok, vonalak, poligonok) + attribútumok → a földrajzi adatok végtelen számú ábrázolása
- egy shapefile-ban csak egyféle típus: pont vagy vonal vagy poligon

- egy shapefájl kötelező elemei: .shp, .shx, .dbf kiterjesztések:
 - .shp: geometriai adatok
 - .dbf: leíró tartalom
 - .shx: mutató (pointer) fájl
 - .sbn, .sbx: térbeli indexek
 - .xml: metaadat tartalom
 - .prj: koordináta rendszer információk

Attribútumtábla:

sorokból és oszlopokból áll, melyek alfanumerikus karaktereket, betűket, számokat, dátumokat vagy valamilyen logikai egységet tartalmazhatnak

A raszteres adattárolási forma

A raszteres adatmodell:

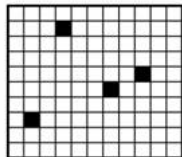

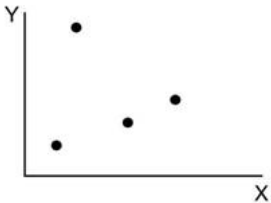
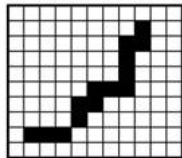

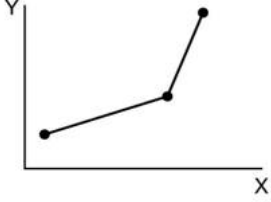
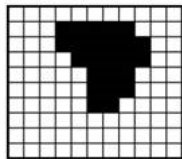
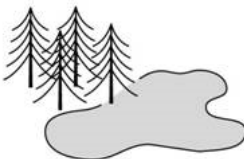
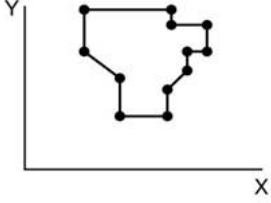
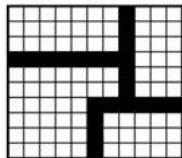
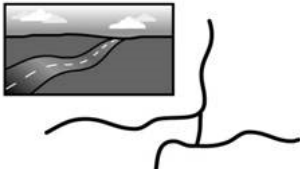
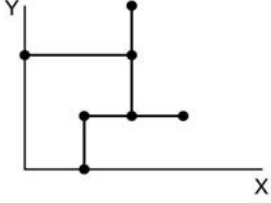
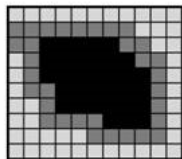

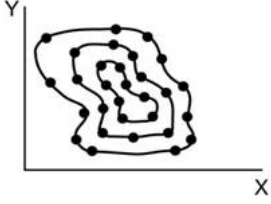
- a síkot egy rácshálóval rácselemekre (cellákra), képpontokra (pixelekre) bontja, azt egy **N sorból és M oszlopból álló képmátrix**ként reprezentálja
- a vizsgált terület minden pontjáról ad információt, így teljesen kitölti a rendelkezésre álló teret
- a cellák minden esetben tartalmaznak értéket (esetenként NoData)
- legalább egy réteg raszterenként (de lehet több is)
- raszterek vagy azok rétegei között számtalan művelet végezhető (pl. vegetációs index, talajerózió számítás)
- a raszter rétegek egymásra építhetők, ami gyorsabb megjelenítést tesz lehetővé
- raszteres formátumban tárolt: űrfelvételek, légifelvételek, képek, szkennelt képek, tematikus raszterek

Adatok tárolása **grid**-eken (diszkrét és folytonos raszter adat tárolására kialakított formátum) keresztül:

- **diszkrét adatok** tárolása: az egész számokkal tárolt értékek a raszter attribútumtáblájában
- **folytonos raszterek** tárolása: nincs attribútumtábla

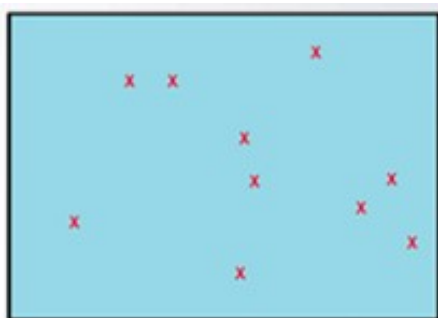
Átjárás a vektoros és raszteres adatok között:

- vektoros adatmodell átalakítható raszteres formátummá (könnyű), mind manuálisan, mind automatizálva: vektoros információk konvertálódása a raszter felbontásának megfelelő méretű képelemmé
- raszter vektorrá alakítása (problémásabb): összetett, nehezen automatizálható folyamat, a manuális módszerek gyakori hibákhoz (pl. vonalszakadás) vezethetnek, szögletességet eredményezhetnek

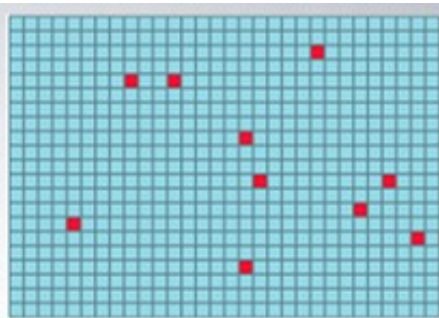
The raster view of the world	Happy Valley spatial entities	The vector view of the world
	 x x x Points: hotels	
	 Lines: ski lifts	
	 Areas: forest	
	 Network: roads	
	 Surface: elevation	

Különböző térinformatikai adattípusok és azok összehasonlítása

http://www.newdesignfile.com/post_gis-vector-format_132034/



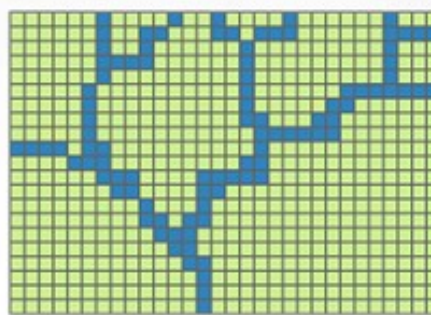
Point features



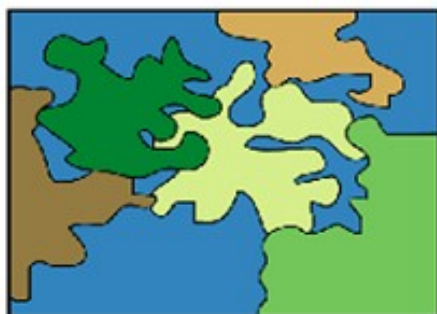
Raster point features



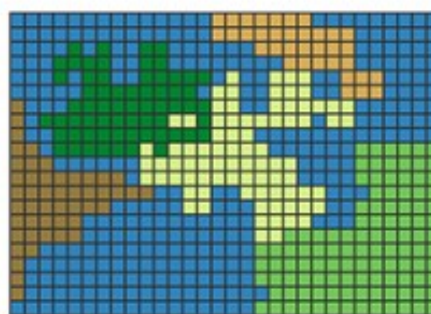
Line features



Raster line features



Polygon features



Raster polygon features

Különböző térinformatikai adattípusok és azok összehasonlítása

http://gsp.humboldt.edu/OLM_2017/Lessons/GIS/08%20Rasters/RasterToVector.html

AJÁNLOTT VIDEÓK

Hiri István - Vízhányó József - Adat helyett térkép! GIS-megoldások

<https://www.youtube.com/watch?v=5JKkkxurh6I&list=PL8IpRUdOQY-2GANrVCOTBmJo4R7wjfc61&index=71>

Virág István - Hogyan szolgálja az agráriumot a New Holland precíziós eszközpark fejlesztése?

<https://www.youtube.com/watch?v=tlw65ejXm0c&list=PL8IpRUdOQY-2GANrVCOTBmJo4R7wjfc61&index=180>

Mi is az a precíziós gazdálkodás? - Informatika

<https://www.youtube.com/watch?v=au2JqExECr8>

Ellenőrző kérdések

Mi a szerepe a GNSS-nek a szántóföldi növénytermesztésben?

Milyen elemei lehetnek a GNSS-nek a mezőgazdaságban?

Melyek az RTK korrekció jellemzői és előnyei?

Ismertesse az erőgépek automatikus kormányzásának főbb lehetőségeit!

Ismertesse és jellemezze a munkagépek kormányzásának lehetőségeit!

Mi az ISOBUS?

Melyek a GIS jellemzői?

Ismertesse a vektoros adattárolási forma jellemzőit!

Ismertesse a raszteres adattárolási forma jellemzőit!

Források

Gebbers, R., Adamchuk, V.I. (2010): Precision agriculture and food security. Science 327(5967): 828-831. doi: 10.1126/science.1183899

Láng V., Veres Zs. (2018): Precíziós gazdálkodás. E-book. PROSPERITATI Alapítvány, Pr Scientia Naturae, Senta-Zenta <https://docplayer.hu/104822403-Precizios-gazdalkodas.html>

Milics G., Szabó Sz. (2017): Zérótól a precíziós gazdálkodásig. Agro Napló. p. 80. https://vebuka.com/print/170130125426-c590d5771baaec5d7d3d7c49b48985b/Zrtl_a_preczis_gazdlkodsig

Triantafyllou, A. et al. (2019): Precision agriculture: A remote sensing monitoring. Information, 10, 348; doi:10.3390/info10110348

Ajánlott irodalom

Busics Gy. (2010): Műholdas helymeghatározás 1.: A GNSS-ről általában. NyME.

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_MHM1/ch01.html