

Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II
Кафедра географії та туризму

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
Földrajz és Turizmus Tanszék

Molnár D. István, Gergely Livia
Стефан Молнар Д., Лівія Гергей

A GIS alapjai

Jegyzet

Основи ГІС

Конспект лекцій
На угорській мові

Берегове 2025

Beregszász 2025

ЗАКАРПАТСЬКИЙ УГОРСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ФЕРЕНЦА РАКОЦІ ІІ
II. RÁKÓCZI FERENC KÁRPÁTALJAI MAGYAR FŐISKOLA
Кафедра географії та туризму
Földrajz és Turizmus Tanszék

ОСНОВИ ГІС / A GIS ALAPJAI

Курс лекцій / Jegyzet

Укладали і редагували:
Стефан Молнар Д, Лівія Гергей



Берегове / Beregszász

2025

Навчальний посібник призначено для ефективного засвоєння програмного матеріалу та самостійної роботи студентів денної та заочної форм навчання, рівень вищої освіти: перший (бакалаврський), спеціальності бакалаврів «А4.07 Географія » Закарпатського угорського інституту ім. Ференца Ракоці II. У посібнику матеріал викладено у логічній послідовності у відповідності до освітньо-професійної програми, навчального плану та робочої програми навчальної дисципліни «ГІС».

Затверджено до використання у навчальному процесі
на засіданні кафедри географії та туризму ЗУІ ім. Ф. Ракоці II
(протокол № 5 від «21» серпня 2025 року)

Розглянуто та рекомендовано Навчально-методичною радою
Закарпатського угорського інституту ім. Ф. Ракоці II
(протокол № 7 від «26» серпня 2025 року)

Рекомендовано до видання в електронній формі (PDF)
рішенням Вченої ради Закарпатського угорського інституту ім. Ф. Ракоці II
(протокол № 8 від «28» серпня 2025 року)

Підготовлено до видання в електронній формі (PDF) кафедрою географії та туризму
спільно з Видавничим відділом Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Розробники:

Стефан Молнар Д – доктор філософії у галузі природничих наук за спеціальністю (спеціалізацією) «Науки про Землю», доцент кафедри географії та туризму Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Лівія Гергей – викладач кафедри географії та туризму Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Рецензенти:

Ференц Сіладі – декан факультету Економічних та суспільних наук Християнського Університету Partium

Тібор Їжак – кандидат географічних наук, заступник завідувача кафедри географії та туризму Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Відповідальний за випуск:

Йосип МОЛНАР – кандидат географічних наук, доцент, завідувач кафедри історії та суспільних дисциплін Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Видавництво: Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II
(адреса: пл. Кошута 6, м. Берегове, 90202. Електронна пошта: foiskola@kmf.uz.ua)

© Стефан Молнар Д, Лівія Гергей, 2025
© Закарпатський угорський інститут ім. Ф. Ракоці II, 2025

A felsőoktatási jegyzet a „GIS” című tantárgy tananyagából lett kidolgozva a *Földrajz* alapképzési program 2. évfolyamos, nappali és levelező tagozatos hallgatói részére. A segédanyag az elméleti foglalkozások tananyagát, ismétlő kérdéseket, valamint a témákkal kapcsolatos szakirodalmat tartalmazza.

Az oktatási folyamatban történő felhasználását jóváhagyta
a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
Történelem és Társadalomtudományi Tanszéke
(**2025. augusztus 21, 5.** számú jegyzőkönyv).

Megjelentetésre javasolta a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
Felsőoktatási Minőségbiztosítási Tanácsa
(**2025. augusztus 26, 7.** számú jegyzőkönyv).

Elektronikus formában (PDF fájlformátumban) történő kiadásra javasolta
a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Tudományos Tanácsa
(**2025. augusztus 28, 8.** számú jegyzőkönyv).

Kiadásra előkészítette a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
Földrajz és Turizmus Tanszéke

A módszertani útmutató kidolgozói:

Dr. Molnár D. István – PhD, a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Földrajz és Turizmus Tanszékének docense

Gergely Livia – a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Földrajz és Turizmus Tanszékének oktatója

Szakmai lektorok:

Dr. Szilágyi Ferenc – PhD, a Partiumi Keresztény Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Karának dékánja, egyetemi docens

Dr. Izsák Tibor – a földrajztudományok kandidátusa, a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Földrajz és Turizmus Tanszékének docense

A kiadásért felel:

Dr. MOLNÁR József – PhD, docens, a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Földrajz és Turizmus Tanszékének vezetője

A tantárgyi jegyzet tartalmáért kizárólag a kidolgozók felelnek.

Kiadó: II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola (cím: 90202, Beregszász, Kossuth tér 6. E-mail: foiskola@kmf.org.ua)

© Molnár D. István, Gergely Livia, 2025

© II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, 2025

ЗМІСТ

I. МОДУЛЬ. ВСТУП ДО ГЕОІНФОРМАТИКИ

1.Тема. Поняття та історія ГІС	11
2.Тема. Структура геоінформаційних систем	18
3.Тема. ГІС-програми з відкритим кодом	26
4.Тема. Ліцензовані ГІС-системи	34

II. МОДУЛЬ. ДАНІ В ГІС

5. Тема. Збір та обробка просторових даних	43
6. Тема. Принцип роботи GPS	55
7. Тема. Дрони в картографії	60
8. Тема. Вступ до дистанційного зондування	65
9. Тема. Польові вимірювання – геодезія та польові роботи	77
10. Тема. Онлайн-збір даних – OPENSTREETMAP	80
11. Тема. Джерела даних та якість даних	83

III. МОДУЛЬ. ПРОСТОРОВЕ ВІДОБРАЖЕННЯ В ГІС

12. Управління базами даних у ГІС. Просторові аналізи	87
13. Дослідницькі методи в ГІС	94
14. Часові ряди в ГІС	100
15. Цифрові моделі рельєфу (DEM)	106
16. Візуалізація даних та презентація	111
17. Тематичне картографування	117

IV. МОДУЛЬ. ОСНОВНІ СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ГІС

18. Екологічні застосування	120
19. Демографічні та соціально-географічні аналізи	127
20. Дослідження структури поселень	133
21. Моделювання природних катастроф	139
22. Сільськогосподарські та лісогосподарські застосування	144
23. Туристичні застосування	147

V. МОДУЛЬ. СУЧАСНІСТЬ І МАЙБУТНЄ ГІС

24. Вступ до поняття WEBGIS	1155
25. ГІС в освіті	163
26. Геоінформаційна етика та захист даних.....	166
27. Майбутні тенденції в ГІС	171

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	179
--------------------------------	-----

TARTALOM

I. MODUL. BEVEZETÉS A GEOINFORMATIKÁBA

1. Téma. A GIS fogalma és története	11
2. Téma. A térinformatikai rendszerek felépítése	18
3. Téma. Nyílt forráskódú GIS szoftverek	26
4. Téma. Licencelt GIS rendszerek	34

II. MODUL. ADATOK A GIS-BEN

5. Téma. Térbeli adatgyűjtés és feldolgozás	43
6. Téma. A GPS működési elve	55
7. Téma. Drónok a térképészetben	60
8. Téma. Bevezetés a távérzékelésbe	65
9. Téma. Helyszíni mérés – geodézia és terepmunka	77
10. Téma. Online adatgyűjtés – OPENSTREETMAP	80
11. Téma. Adatforrások és adatminőség	83

III. MODUL. TÉRINFORMATIKAI ELEMZÉSEK ÉS MEGJELENÍTÉS

12. Adatbázis-kezelés a GIS-ben térbeli elemzések	87
13. Projekttervezés és kutatási módszerek a GIS-ben	94
14. Idősoros elemzések GIS-ben	100
15. Digitális domborzatmodellek (DEM)	106
16. Adatvizualizáció és prezentáció	111

IV. MODUL. A GIS FONTOSABB ALKALMAZÁSI TERÜLETEI

17. Tematikus térképezés	117
18. Környezeti alkalmazások	120
19. Demográfiai és társadalomföldrajzi elemzések	127
20. Településszerkezet vizsgálata	133
21. Természeti veszélyek és katasztrófakezelés	139
22. Mezőgazdasági és erdészeti alkalmazások	144
23. Turisztikai alkalmazások	147

V. MODUL. A GIS JELENE ÉS JÖVŐJE

24. WEBGIS	155
25. GIS az oktatásban	163
26. Geoinformatikai etika és adatvédelem	166
27. Jövőbeli trendek a GIS-ben	171

AJÁNLOTT IRODALOM	179
-------------------------	-----

ВСТУП

Вивчення курсу ГІС займає важливе місце у формуванні світогляду та викладацьких і географічних компетентностей здобувачів. Освітній компонент ГІС вивчається на третьому семестрі підготовки бакалаврів ОП «Географія». Курс лекцій розроблений на основі Освітньої програми підготовки бакалаврів «А4.07 Географія» та робочої програми дисципліни, з метою забезпечення засвоєння та закріплення програмного матеріалу під час самостійної роботи студентів денної та заочної форм навчання. Засвоєнню навчального матеріалу сприяє рекомендована література та питання самоконтролю.

Метою цього конспекту є надання студентам-географам ґрунтовних знань про функціонування, структуру та практичне застосування геоінформаційних систем. Тематика курсу охоплює як класичні основи – геодезію та польовий збір даних, так і сучасні технології, зокрема GPS-системи, роль дронів у картографії, LiDAR-вимірювання та нові можливості онлайн-збору даних, такі як OpenStreetMap. Таким чином, студенти отримують не лише теоретичні знання, але й знайомляться з практичними прикладами використання інструментів та методів, що є необхідними для сучасних географічних досліджень та викладання.

Особлива увага приділяється роботі з програмним забезпеченням QGIS, яке є однією з найпоширеніших у світі відкритих геоінформаційних платформ. Під час курсу студенти вчаться завантажувати та обробляти картографічні дані різних форматів (наприклад SHP, GEOTIF, KML), виконувати базові та розширені просторові аналізи, створювати візуально якісні тематичні карти, а також інтегрувати дані польових вимірювань, GPS та аерофотознімків з дронів у середовищі QGIS.

Оскільки на кафедрі географії та туризму Закарпатського угорського інституту ім. Ф. Ракоці II готують учителів географії, особливу роль відіграє ознайомлення студентів із тим, як різноманітні геоінформаційні технології можуть бути інтегровані у шкільні уроки географії, а також як можна мотивувати учнів за допомогою інтерактивних картографічних завдань, польових вимірювань та участі в онлайн-проектах зі збору даних.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є Вивчення геоінформаційної системи, ознайомлення з її основними структурними компонентами: апаратного комплексу, програмного комплексу та інформаційного блоку.

Важливим є вивчення загальних принципів організації та функціонування ГІС, основних напрямків використання методів ГІС в ґрунтознавстві, даних дистанційного зондування, методів ГІС-аналізу.

Міждисциплінарні зв'язки: Сучасні інформаційні технології в географії, Картографія з основами топографії.

Мета дисципліни – отримати знання про основні принципи побудови ГІС, функції та прикладні аспекти застосування.

Завдання дисципліни – здобуття знань та навиків у роботі з окремими ГІС-пакетами та можливість їх прикладного застосування у ґрунтознавчих дослідженнях. Головна увага спрямована на практичне застосування програмного пакету QGIS 3.4

Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та

технології в освітньому процесі.

Формувати і розвивати в учнів ключові та предметні компетентності засобами навчального предмету та інтегрованого навчання; формувати в них ціннісне ставлення, розвивати критичне мислення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен мати наступні компетентності: застосовувати програму QGIS 3.4 у наукових дослідженнях.

Студент повинен знати: теоретичні засади функціонування географічних інформаційних систем.

Загальні компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі.

Фахові компетентності

ФК1. Здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмету.

ФК3. Здатність здійснювати цілепокладання, планування та проєктування процесів навчання і виховання учнів з урахуванням їх вікових та індивідуальних особливостей, освітніх потреб і можливостей; добирати та застосовувати ефективні методики й технології навчання, виховання і розвитку учнів.

Предметні компетентності

ПК3. Здатність застосовувати базові знання з природничих та суспільних наук у навчанні та професійній діяльності при вивченні Землі (світу), материків і океанів, України.

ПК8. Здатність реалізовувати краєзнавчий підхід на уроках географії, у позакласній і позашкільній роботі з учнівською молоддю.

Укладач: **Стефан Молнар Д** – доктор філософії у галузі природничих наук за спеціальністю (спеціалізацією) «Науки про Землю (Соціальна географія)», доцент кафедри географії та туризму Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II.

RÖVID ISMERTETŐ

A GIS oktatási komponens a „Földrajz” alapszak harmadik félévében kerül oktatásra. Az előadások kurzusa a „A4.07 Földrajz” alapképzési oktatási program és a tantárgy munkaprogramja alapján készült, azzal a céllal, hogy biztosítsa a tananyag elsajátítását és megszilárdítását a nappali és levelező tagozatos hallgatók önálló munkája során. A tananyag elsajátítását a javasolt szakirodalom és az önellenőrző kérdések segítik.

A jegyzet célja, hogy a földrajz szakos hallgatók számára átfogó ismereteket nyújtson a térinformatikai rendszerek működéséről, felépítéséről és gyakorlati alkalmazásairól. A tematika a klasszikus alapoktól – mint a geodézia és a terepi adatgyűjtés – halad a modern technológiák felé, beleértve a GPS rendszereket, a drónok térképészeti szerepét, a LiDAR méréseket és az online adatgyűjtés új lehetőségeit, mint például az OpenStreetMap. A hallgatók így nem csupán elméleti tudást szerezhhetnek, hanem gyakorlati példákon keresztül ismerkedhetnek meg azokkal az eszközökkel és módszerekkel, amelyek nélkülözhetetlenek a modern földrajzi kutatásban és oktatásban.

Különösen nagy hangsúlyt kap a QGIS szoftver használata, amely a világ egyik legelterjedtebb nyílt forráskódú térinformatikai programja. A kurzus során a hallgatók megtanulják, hogy hogyan töltsenek be és kezeljenek különböző formátumú térképi adatokat (pl. SHP, GEOTIF, KML), miként végezzenek alapvető és haladó térbeli elemzéseket, hogyan készítsenek vizuálisan is igényes tematikus térképeket, valamint miként illesszék össze a terepi mérések, GPS és drónfelvételek adatait a QGIS-ben.

Mivel a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Földrajz és Turizmus tanszékén földrajz tanárokat képeznek, kiemelt szerepet kap az, hogy bemutassuk a hallgatóknak azt, hogy hogyan építhetők be a különféle geoinformatikai technológiák a középiskolai földrajzórákba, és hogyan lehet a diákokat motiválni interaktív térképes feladatokkal, terepi mérésekkel és online közösségi adatgyűjtési projektekből való részvétellel.

Molnár D. István – PhD, docens, a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola Földrajz és Turizmus Tanszékének oktatója.



I. MODUL

BEVEZETÉS A GEOINFORMATIKÁBA

1. Téma. A GIS fogalma és története
2. Téma. A térinformatikai rendszerek felépítése
3. Téma. Nyílt forráskódú GIS szoftverek
4. Téma. Licencelt GIS rendszerek

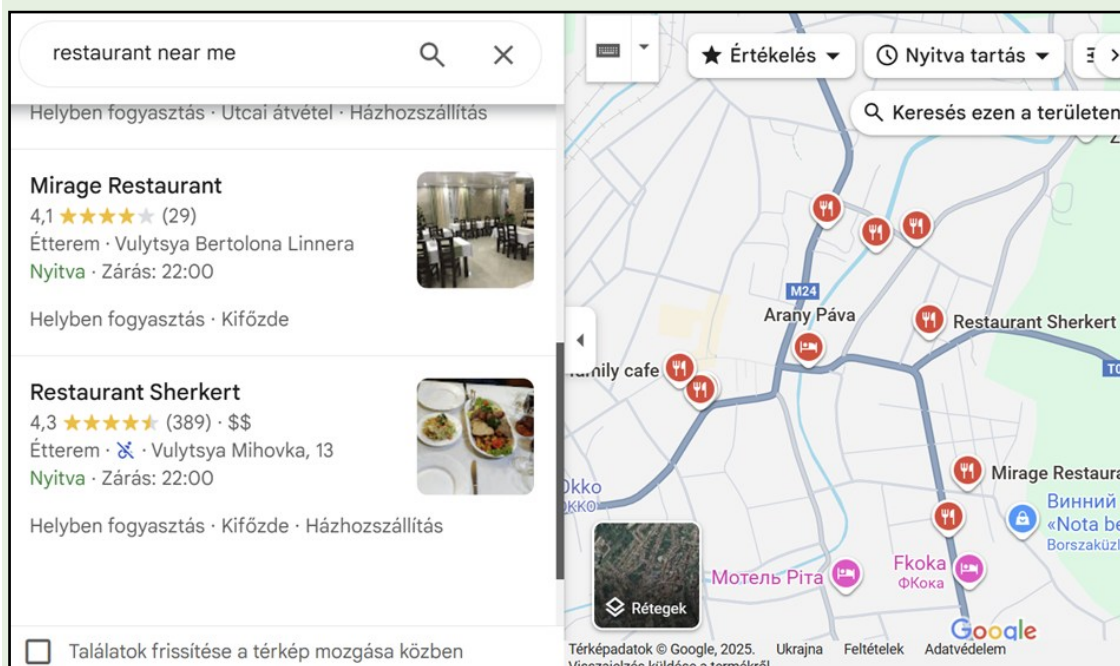
1. TÉMA. A GIS FOGALMA TÖRTÉNETE

1.1. A GIS fogalma

Képzeljük el, hogy éhesek vagyunk, és szeretnénk a lehető legközelebbi, legjobb értékeléssel rendelkező éttermet megtalálni. Elővesszük a telefonunkat, megnyitjuk a **Google Térképet**, beírjuk a keresőbe: *restaurant near me*. Néhány másodperc múlva nemcsak a közeli éttermek listáját látjuk, hanem azt is, hogy milyen az értékelésük, milyen képek érhetők el róluk, mik a nyitvatartási idők, és hogy pontosan mennyi idő alatt érhetünk oda gyalog vagy tömegközlekedéssel.

Ez a hétköznapi élmény a **geoinformatika** működésének egy tipikus példája. A háttérben térbeli adatok (az éttermek helyzete, a város térképe), statisztikai információk (értékelések, nyitvatartás), valamint **helymeghatározás** (GPS) és **útvonaltervező algoritmusok** dolgoznak összehangoltan, hogy nekünk a lehető legjobb eredményt adják.

Ez az egyszerű történet jól szemlélteti, hogy a geoinformatika nem valami távoli, elméleti tudományág, hanem olyan eszköz- és módszertanrendszer, amely mindennapjaink része lett – és a földrajz, valamint a földrajzoktatás számára is kulcsfontosságú.



A térképen látható ikonok mögött adatbázisok, GPS-koordináták és felhasználói adatok vannak.

1.1. A geoinformatika fogalma és jelentősége a földrajzban

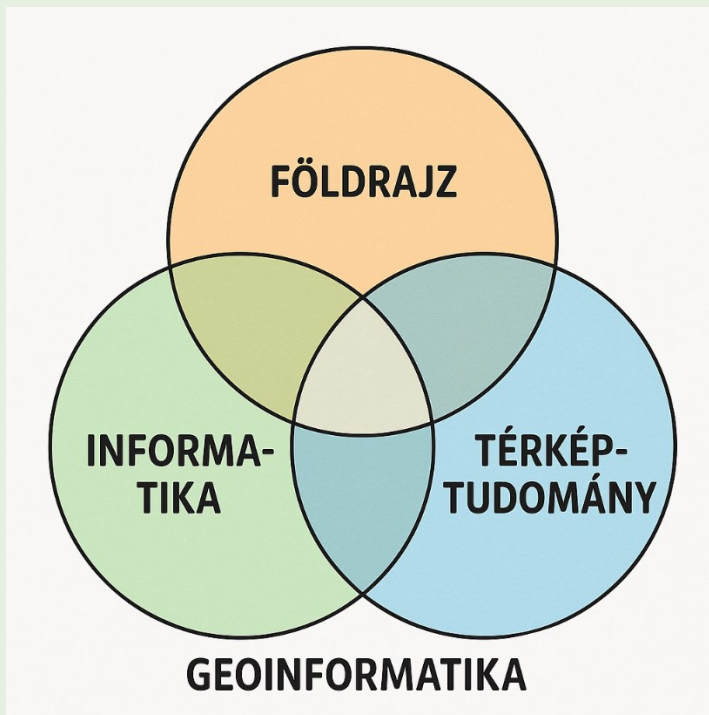
A **geoinformatika** a térbeli (földrajzi helyhez kötött) adatok gyűjtésével, tárolásával, kezelésével, elemzésével és megjelenítésével foglalkozó interdiszciplináris tudományág.

Alapvetően három fő terület találkozásából jött létre:

Földrajztudomány – a Föld felszínének és folyamatainak ismerete.

Informatika – digitális adatkezelés, algoritmusok, számítástechnikai rendszerek.

Térképtudomány – a térbeli információk ábrázolásának és értelmezésének módszerei.



A geoinformatika nem pusztán a térképek digitalizálását jelenti, hanem **adattárak, szoftverek, elemzési eljárások és vizualizációs technológiák** integrált használatát.

Jelentősége a földrajzban

A földrajz egyik legnagyobb kihívása a térbeliség megjelenítése és értelmezése. A geoinformatika ebben kulcsfontosságú, mivel:

Pontosabb méréseket tesz lehetővé (pl. GPS segítségével).

Összetett térbeli elemzéseket kínál (pl. környezeti veszélyeztetettség vizsgálata).

Szemléletes bemutatást biztosít interaktív térképeken keresztül.

Tér- és időbeli változások elemzését is támogatja (idősoros műholdképek).

A földrajztanár számára a geoinformatika ablakot nyit a diákok digitális világába, hiszen a diákok megszokott online környezetében (Google Earth, interaktív térképek) lehet tanítani.

1.2. A geoinformatika története

Az első térképek több ezer évvel ezelőtt készültek, és kézzel rajzolt, statikus információt nyújtottak. A 19–20. században a katonai és polgári felmérések hatalmas pontosságjavulást hoztak. **A papír térképek jellemzői:**

Statikus: frissítésük csak újranyomtatással lehetséges.

Korlátozott információmennyiség.

Nagy méretű példányok tárolási nehézségekkel.

A digitalizáció kezdetei

Az 1960–70-es években megjelentek a számítógépek térinformatikai alkalmazásai. Kanadában (CGIS – Canadian GIS) és az Egyesült Államokban kezdték a térképi információkat számítógépes formátumba konvertálni.

Újdonság: Adatbázisok és térképi rétegek kombinálása.

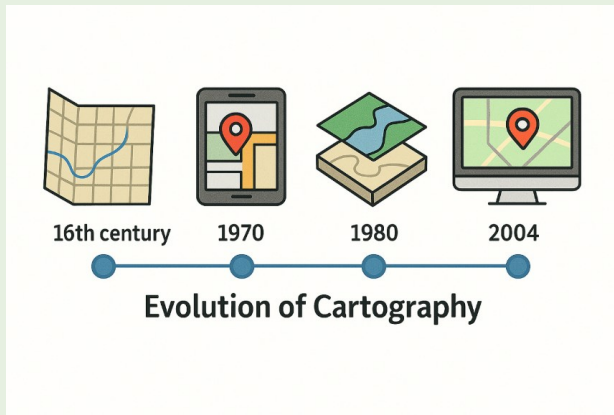
GPS és műholdas forradalom

A 1990-es években a GPS rendszerek polgári elérhetősége, valamint a Landsat és más műholdprogramok révén hatalmas mennyiségű téradat vált elérhetővé.

Okostérképek kora

2005-ben a Google Maps és 2001-től a Google Earth teljesen új szintre emelte a térképhasználatot. **Jellemzők:**

- Valós idejű frissítés.
- Interaktív funkciók.
- Felhasználói tartalom (pl. fotók, értékelések).



1.3. A GIS fő alkalmazási területei

a) Oktatás

Digitális tananyagok készítése.

Interaktív feladatok (pl. turisztikai útvonaltervezés).

Projektalapú tanulás (pl. helyi környezeti problémák feltérképezése).

b) Környezetvédelem

Légszennyezés és vízminőség monitorozása.

Erdőirtás nyomon követése műholdképekkel.

Élőhelyek térképezése.

c) Várostervezés

Közlekedési hálózat optimalizálása.

Lakossági igények felmérése térképes kérdőívekkel.

Zöldfelületek fejlesztése.



1.4. A GIS gyakorlati alkalmazásának példája

Az árvízvédelem az egyik legösszetettebb térinformatikai alkalmazási terület.

A tervezés a következő szakaszokból áll:

Digitális domborzatmodell (DEM) készítése a folyó és környezetének felmérésével.

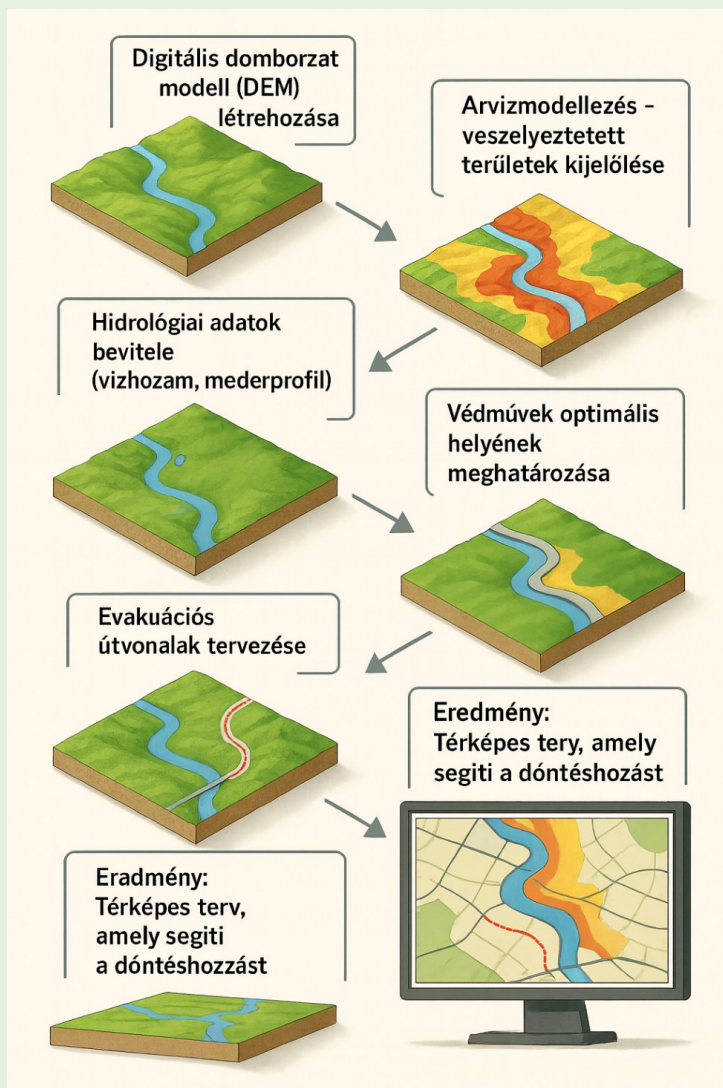
Hidrológiai modellezés – vízszintemelkedés szimulációja.

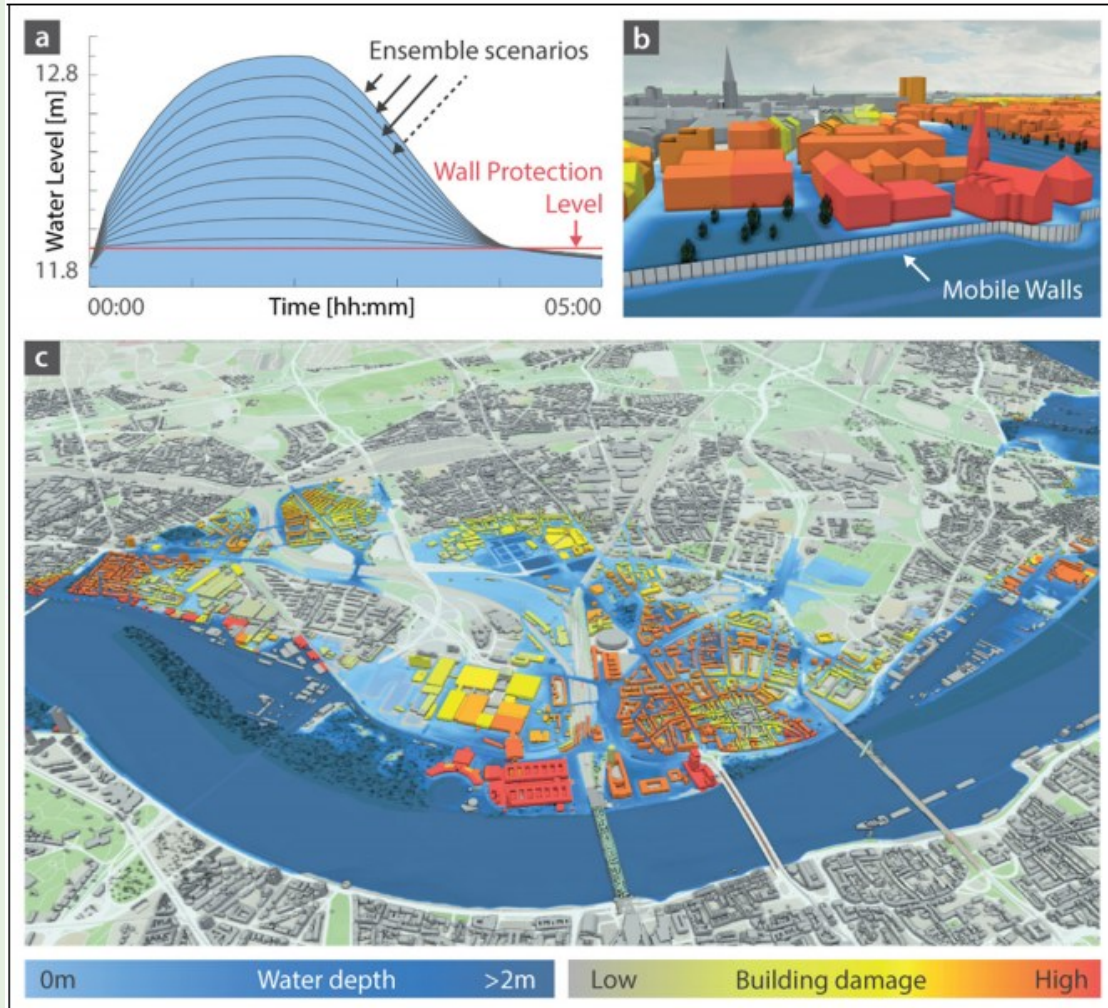
Veszélyeztetett területek kijelölése.

Védművek optimális helyének meghatározása.

Evakuációs útvonalak tervezése.

Eredmény: a döntéshozók pontos, térképes alapú tervet kapnak.





A kölni mobil árvízvédelmi fal átszakadás következtében veszélybe kerülő területek előrejelzése

(<https://developer.nvidia.com/blog/simulating-real-world-floods-on-gpus/>)

A geoinformatika középiskolai szinten is rendkívül motiváló lehet. Például:

Google Earth időcsúszka funkció – település változásának vizsgálata.

Interaktív demográfiai térképek – népsűrűség, migráció elemzése.

Saját adatgyűjtés – mobiltelefonos GPS-szel (iskolai kirándulás alkalmával).

A földrajztanár feladata nem csupán a technikai eszközök bemutatása, hanem a diákok **térbeli gondolkodásának és kritikus adathasználatának** fejlesztése.

Kérdések:

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Hogyan szemlélteti az étteremkeresés példája a geoinformatika mindennapi használatát?
2. Mely három fő tudományterület találkozásából jött létre a geoinformatika?
3. Miért tekinthető a geoinformatika kulcsfontosságúnak a földrajz tanításában?
4. Miben különböztek a papíralapú térképek a digitális térképektől? Sorolj fel legalább két jellemzőt!
5. Mi volt az újdonság az 1960–70-es években elindult első számítógépes térinformatikai rendszerekben?
6. Milyen új lehetőségeket hozott a GPS és a műholdas programok (pl. Landsat) elterjedése a 1990-es években?
7. Nevez meg legalább három gyakorlati alkalmazási területet, ahol a GIS kiemelten fontos szerepet játszik!
8. Milyen lépésekből áll az árvízvédelmi tervezés GIS-alapú folyamata, és mi az eredménye?

Irodalomjegyzék

1. Костріков С. В., Сегіда К. Ю. (2016): Теоретична і прикладна геоінформатика Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна. Харків.
2. Світличний О.О., Плоницький С.В. (2025): Основи геоінформатики. Навчальний посібник. Суми. ВТД «Університетська книга», 2025. 294.
3. Світличний О.О., Плотницький С.В. (2006) Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. — Суми: 2006. 295. <https://studfile.net/preview/7328519/>
4. Detrekői Ákos – Szabó György (2002): Térinformatika, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002
5. Elek István (szerk.) (2007): Térinformatikai gyakorlatok, Turczi Gábor: ArcGIS - ELTE Eötvös kiadó, 2007
6. Elek István (2006): Bevezetés a geoinformatikába, ELTE Eötvös kiadó, 2006
7. Zentai László (2006): Számítógépes térképészet, ELTE Eötvös kiadó, 2000

2. TÉMA

A TÉRINFORMATIKAI RENDSZEREK FELÉPÍTÉSE

A térinformatikai rendszerek (GIS) működése nem egyetlen eszközre vagy szoftverre épül, hanem **több, egymással szorosan együttműködő komponensre**. Ezek összehangolt működése teszi lehetővé, hogy a nyers térbeli adatokból **értelmezhető információ és vizuális megjelenítés** szülessen.

A GIS rendszer fő elemei:

Hardver – a fizikai eszközök, amelyek a rendszer alapját képezik.

Szoftver – a feldolgozást, elemzést és vizualizációt végző programok.

Adatok – a rendszer működéséhez szükséges nyersanyag.

Módszerek – az alkalmazott eljárások, elemzési technikák.

A felhasználók – akik a rendszert működtetik és értelmezik az eredményeket.

2.1. Hardver – az alapinfrastruktúra

A GIS hardver magában foglalja mindazokat az eszközöket, amelyek az adatgyűjtést, -feldolgozást és -tárolást lehetővé teszik.

Fő hardverelemek:

Asztali számítógépek / munkaállomások – nagy számítási teljesítmény, dedikált grafikus kártya, többmonitoros megjelenítés.

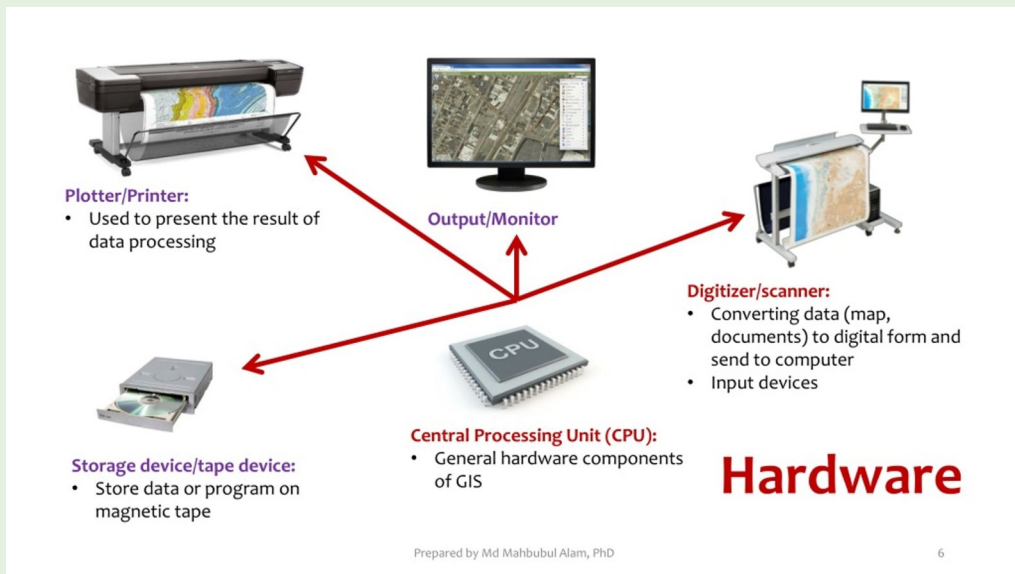
Hordozható eszközök – laptopok, tabletek, okostelefonok terepi adatgyűjtésre.

GPS-vevők – kézi eszközök, GNSS-alapú mérőműszerek, RTK (Real-Time Kinematic) precíziós mérésekhez.

Adattárolók és szerverek – nagy kapacitású HDD/SSD, felhőalapú tárhely a térbeli adatbázisoknak.

Kimeneti eszközök – nagyméretű nyomtatók, plotterek a papíralapú térképekhez.

Középiskolai szinten nincs szükség drága munkaállomásokra. Ingyenes szoftverek (pl. QGIS) futtathatók középkategóriás laptopokon is, a terepi adatgyűjtéshez pedig elegendő lehet egy okostelefon GPS-szel.



2.2. Szoftver – a GIS lelke

Egy GIS projekt sikere nemcsak az adatok minőségén és a módszereken múlik, hanem azon is, **milyen szoftverkörnyezetet** választunk. A döntésnél mérlegelni kell:

- Költségkeretet** (licenccdíj vs. ingyenes megoldások),
- Felhasználói igényeket** (funkcionalitás, testreszabhatóság),
- Támogatást** (hivatalos ügyfélszolgálat vagy közösségi fórumok),
- Integrációs lehetőségeket** (más rendszerekkel való kompatibilitás).

A GIS szoftverek két fő csoportja:

- a) **Nyílt forráskódú szoftverek**
- b) **Kereskedelmi szoftverek**

a) Nyílt forráskódú GIS szoftverek

Jellemzők:

- Ingyenesen letölthetők és használhatók.
- Forráskódjuk szabadon hozzáférhető, így fejleszthető és testreszabható.
- Közösségi fejlesztés: új funkciók és hibajavítások folyamatosan érkeznek.

Előnyök:

Költséghatékony – nincs licencdíj.

Rugalmas – kiegészítők, pluginok telepíthetők.

Széles felhasználói közösség – sok online oktatóanyag, fórum.

Platformfüggetlen – Windows, Linux, macOS alatt is fut.

Hátrányok:

Kevesebb hivatalos ügyfélszolgálat.

Funkciók eléréséhez néha bővítmények telepítése szükséges.

A frissítések nem mindig egységesen dokumentáltak.

Példák:

QGIS – a legnépszerűbb nyílt forráskódú GIS, rengeteg plugin támogatással.

GRASS GIS – kifejezetten erős térbeli elemzésekben és modellezésben.

gvSIG – Spanyol fejlesztés, erős tematikus térképezésre.

Nyílt forráskódú GIS szoftverek

ГІС-програми з відкритим кодом



Középiskolai szinten a QGIS ideális, mert magyar nyelvű felülettel is elérhető, és egyszerű feladatoktól a komplex elemzésekig mindenre használható. A diákok ingyen telepíthetik otthon is, így a tantermi munka folytatható otthoni környezetben.

b) Kereskedelmi GIS szoftverek

Jellemzők:

- Licencdíjas, zárt forráskódú rendszerek.
- Professzionális támogatás és képzés érhető el hozzájuk.
- Nagyvállalati és kormányzati környezetben elterjedtek.

Előnyök:

- Stabil, jól dokumentált rendszer.
- Professzionális ügyfélszolgálat és tanfolyamok.
- Integrált modulok – nincs szükség külön plugin telepítésére a legtöbb funkcióhoz.
- Nagy mennyiségű adat és komplex projektek gyors feldolgozása.

Hátrányok:

- Magas licencköltség.
- Testreszabhatóság korlátozott.
- Platformfüggőség (pl. egyes verziók csak Windows alatt futnak).

Példák:

ArcGIS Pro (Esri) – a világ legismertebb GIS rendszere, széles körű elemző eszközökkel.

MapInfo Professional – kifejezetten üzleti és marketing tervezéshez erős.

Bentley Map – mérnöki és infrastrukturális projektekhez optimalizált.

Kereskedelmi GIS szoftverek Комерційні ГІС-програми



Egyetemeken és kutatóintézetekben gyakran használják az ArcGIS-t, mivel sok nemzetközi adatbázissal integrálható. Középiskolai szinten azonban a magas ár miatt nem reális választás, hacsak nincs hozzáférés intézményi licencre keresztül.

Összehasonlító táblázat

Szempont	Nyílt forráskódú (pl. QGIS)	Kereskedelmi (pl. ArcGIS Pro)
Ár	Ingyenes	Magas licenrdíj
Forráskód elérhetősége	Nyílt	Zárt
Támogatás	Közösségi fórumok	Professzionális ügyfélszolgálat
Funkciók	Pluginokkal bővíthető	Alapból integrált funkciók
Testreszabhatóság	Magas	Korlátozott
Használhatóság kezdőknek	Mérsékelt	Magas (jó dokumentációval)

A QGIS-t használják helyi önkormányzatok a településrendezési tervek digitális feldolgozására, mivel ingyenes és gyorsan telepíthető. A New York-i közlekedési hatóság ArcGIS alapú rendszert használ a busz- és metróhálózat forgalomelemzésére, valós idejű GPS adatokkal.

2.3. Adatok – a GIS üzemanyaga

A GIS egyik legfontosabb eleme az adat. Nélküle a rendszer nem tud működni.

Adattípusok:

Vektoros adatok: pontok (pl. mérőállomások), vonalak (pl. utak), poligonok (pl. településhatárok).

Raszteres adatok: műholdképek, légi felvételek, hőtérképek.

Attribútumadatok: táblázatos információk, amelyek a térbeli objektumokhoz kapcsolódnak (pl. lakosságszám, területnagyság).

Pl.: Országos Térinformatikai Adatbázis (OTAB) – közigazgatási és tematikus adatrétegek. **Copernicus Open Access Hub** – ingyenes Sentinel műholdfelvételek. **Natureearthdata**.

2.4. Módszerek – az elemzés logikája

A módszerek határozzák meg, hogyan alakítjuk át a nyers adatot használható információvá.

Főbb GIS-módszerek:

Térbeli elemzés: közelségvizsgálat, hálózatelemzés, interpoláció.

Modellezés: árvízmodellek, közlekedési modellek.

Idősoros elemzés: változások követése (pl. erdőirtás).

Pl. Rio de Janeiro-ban bűnözési statisztikák térbeli- és idősoros elemzése alapján rendőri járőrútvonalaikat optimalizálnak.

2.5. A felhasználók

A térinformatikai rendszerek (GIS – Geographic Information System) sikeres működése nem csupán a szoftvereken és hardvereken múlik, hanem jelentős mértékben a személyzet felkészültségén, szervezettségén és együttműködésén is. A GIS működése egy komplex folyamat, amelyben a személyzet a **tervezéstől a karbantartásig** kulcs-szerepet játszik.

A GIS-projektekben dolgozó szakemberek feladata, hogy:

- biztosítsák az adatok minőségét és naprakészségét,
 - kiválasszák és konfigurálják a megfelelő technológiákat,
 - meghatározzák az elemzési módszereket,
- kommunikáljanak a döntéshozókkal és felhasználókkal.

Kulcsfontosságú tényezők:

Szakmai kompetencia – a térinformatika, földrajz, geodézia, informatika és adatkezelés ismerete.

Csapatmunka – az adatgyűjtők, elemzők, programozók és projektvezetők összehangolt munkája.

Felelősségvállalás – az adatok megbízhatóságáért és az eredmények pontosságáért.

A GIS személyzet főbb szerepkörei

a) Projektvezető / GIS menedzser

- A teljes projekt koordinálása, ütemezés, költségvetés.
- Kapcsolattartás a megrendelővel, döntéshozókkal.

Stratégiai irányok meghatározása (pl. adatformátumok, szoftverkörnyezet kiválasztása).

b) Adatgyűjtők és terepi szakemberek

- Térképezés, GPS-alapú adatfelvétel, drónos felmérések.
- Adattisztítás, előfeldolgozás.
- Helyszíni validálás (ground truthing).

c) GIS elemzők

- Téradatok feldolgozása, modellezés, tematikus térképek készítése.
- Statisztikai és térbeli elemzések végrehajtása.
- Eredmények interpretálása a döntéshozók számára.

d) Adatbázis-adminisztrátorok (DBA)

- GIS-adatbázisok tervezése, optimalizálása, karbantartása.
- Biztonsági mentések és adatvédelem.
- Többfelhasználós környezetek kezelése.

e) Szoftverfejlesztők / GIS programozók

- Egyedi GIS-alkalmazások fejlesztése.
- Automatizálás (pl. Python, SQL, ModelBuilder).
- API-k és webes térinformatikai rendszerek integrálása.

f) IT és hálózati szakemberek

- Hardver- és hálózati infrastruktúra biztosítása.
- Szerverek üzemeltetése, felhőalapú GIS támogatása.
- Rendszerbiztonság fenntartása.

A felhasználó szerepe a GIS-projekt életciklusában

Tervezés	Igényfelmérés, adatforrások kiválasztása, költségvetés készítése
Adatgyűjtés	Terepi mérések, drónos felmérés, adatok importálása
Adatfeldolgozás	Tisztítás, vetületi transzformációk, adatbázis-feltöltés
Elemzés	Térbeli statisztika, modellezés, döntéstámogatás
Megjelenítés	Térképek, dashboardok, webes felületek készítése
Karbantartás	Adatfrissítés, hibajavítás, rendszeroptimalizálás

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Sorold fel a GIS fő komponenseit!
2. Milyen előnyei és hátrányai vannak a nyílt forráskódú GIS szoftvereknek?
3. Mit jelent a vektoros és raszteres adat közötti különbség?
4. Adj példát magyar és nemzetközi GIS adatforrásra!
5. Miért fontosak a módszerek a GIS működésében?
6. Sorold fel a nyílt forráskódú GIS rendszerek három előnyét!
7. Mi a fő hátránya a kereskedelmi GIS rendszereknek az oktatásban?
8. Melyik szempont fontosabb lehet egy kis költségvetésű iskolának: a professzionális támogatás vagy az ár? Miért?
9. Milyen esetekben indokolt a kereskedelmi szoftver választása?

Irodalomjegyzék

1. Павленко Л.А. Геоінформаційні системи : навч. посіб. / Л. А. Павленко. -Х. Вид. ХНЕУ, 2013.-260 с.
2. Detrekői Á, Szabó Gy (2002): Bevezetés a térinformatikába. Tankönyvkiadó, Budapest.
3. Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. and Rhind, D.W. (2015) Geographic Information Science and Systems. John Wiley & Sons, 560. Bolstad, P. (2019): *GIS Fundamentals*. Eider Press.
4. ESRI (2023): *GIS Best Practices*. <https://www.esri.com>
5. QGIS Documentation (2024): <https://docs.qgis.org>

3. TÉMA

NYÍLT FORRÁSKÓDÚ GIS SZOFTVEREK

3.1. A NYÍLT FORRÁSKÓDÚ GIS SZOFTVEREK JELENTŐSÉGE

A nyílt forráskód (Open Source) olyan szoftverfejlesztési és terjesztési modell, amelynek lényege, hogy a program forráskódja szabadon hozzáférhető, tanulmányozható, módosítható és terjeszthető.

Ez nem csupán technikai, hanem filozófiai és közösségi kérdés is: a nyílt forráskód a tudásmegosztás, az átláthatóság és az együttműködés elvén alapul.

A GIS (Geographic Information System – földrajzi információs rendszer) területén a nyílt forráskódú megközelítés különösen előnyös, mivel:

- a térinformatikai projektek gyakran nagy mennyiségű adatra és komplex feldolgozási módszerekre épülnek;
- a szoftverek folyamatos fejlesztése és bővítése elengedhetetlen a változó adatforrások és szabványok mellett;
- a felhasználói közösség aktívan részt tud venni hibajavításban, funkcióbővítésben, oktatási anyagok készítésében.

A nyílt forráskódú GIS szoftverek helye a földrajztudományban

A földrajztudomány hagyományosan erősen épített a térképezésre és a geostatistikai elemzésekre. A digitális korszakban a papírtérképeket felváltották az interaktív, rétegezhető, kereshető térinformatikai rendszerek. A kereskedelmi GIS szoftverek (pl. ESRI ArcGIS) nagy teljesítményt nyújtanak, de licencköltségeik jelentősek, ami akadály lehet az oktatásban, kutatásban és kisebb önkormányzatok, civil szervezetek munkájában.

Ezzel szemben a nyílt forráskódú GIS szoftverek (pl. QGIS, GRASS GIS) **ingyenesen elérhetők**, folyamatosan fejlődnek, és sok esetben képesek az ipari szabványoknak megfelelően dolgozni.

Előnyök a földrajzi kutatásban és oktatásban:

- Ingyenes hozzáférés, így a hallgatók saját számítógépükön is használhatják.
- Platformfüggetlenség: futtathatók Windows, Linux és macOS rendszereken.
- Bővíthetőség pluginokkal, saját fejlesztésű eszközökkel
- Szabványos formátumtámogatás (GeoJSON, Shapefile, GeoTIFF, PostGIS stb.).

A nyílt forráskód szerepe az oktatásban

Az egyetemi és középiskolai földrajzoktatásban a GIS-hez való hozzáférés hosszú ideig korlátozott volt a drága licencköltségek miatt. A nyílt forráskódú szoftverek áttörést hoztak ezen a téren, mivel:

- **Minden diák telepítheti és gyakorolhatja otthon** a tanultakat, nem kell az egyetemi laborokra korlátozódni.
- A tananyagok könnyen integrálhatók, mivel a legtöbb nyílt forráskódú GIS eszköz ingyenes oktatóanyaggal és dokumentációval rendelkezik.
- A diákok nemcsak felhasználók lehetnek, hanem akár **fejlesztők** is, részt vehetnek bővítmények készítésében, ami programozási és adatelemzési készségeiket is fejleszti.

Gazdasági és társadalmi hatások

A nyílt forráskódú GIS rendszerek használata:

- **Csökkenti a költségeket** önkormányzatoknál, iskoláknál, kutatóintézeteknél.
- **Növeli a digitális szuverenitást**, mivel nincs kényszer egyetlen gyártó termékeire.
- **Elősegíti az átláthatóságot** a közsférában, mivel a térbeli adatok nyílt formátumban kezelhetők.
- **Erősíti a közösségi adatgyűjtést**, például OpenStreetMap projektek révén.

Példák nyílt forráskódú GIS szoftverekre

- **QGIS** – könnyen kezelhető, grafikus felület, hatalmas plugin-kínálat.
- **GRASS GIS** – nagy teljesítményű, főként elemzési feladatokra optimalizált.
- **gvSIG** – spanyol fejlesztésű, kiterjedt nemzetközi felhasználói bázissal.
- **OpenJUMP** – Java-alapú, egyszerű szerkesztő- és elemzőfunkciókkal.

A nyílt forráskódú GIS szoftverek nem csupán olcsó alternatívát jelentenek a kereskedelmi termékekkel szemben, hanem **innovatív, közösségi és fenntartható** megoldásokat nyújtanak a földrajzi adatok kezelésében. Az oktatás, kutatás és közigazgatás számára egyaránt kulcsfontosságúak, mert **demokratizálják a térinformatikai eszközökhöz való hozzáférést**.

3.2. A QGIS ÉS GRASS GIS ELŐNYEI

A nyílt forráskódú GIS szoftverek közül a **QGIS** és a **GRASS GIS** a két legismertebb és legszélesebb körben alkalmazott megoldás. Mindkettő ingyenes, platformfüggetlen, és a térinformatikai feladatok teljes spektrumát lefedi – az adatbevitel és szerkesztés, a térképkészítés, a térbeli elemzések és a modellezés területén is.

QGIS

A **QGIS** (korábban Quantum GIS) célja, hogy a térinformatikai eszközöket **minél szélesebb felhasználói kör számára elérhetővé tegye**.

Fő előnyei:

- **Grafikus felhasználói felület** – könnyen megtanulható, kezdők számára is átlátható.
- **Kiterjedt formátumtámogatás** – több mint 70 térinformatikai és CAD formátumot kezel.
- **Pluginrendszer** – a felhasználók és fejlesztők több ezer bővítményt hoztak létre (pl. geokódolás, 3D modellezés, tematikus térképezés).
- **Integráció más rendszerekkel** – PostGIS, GRASS GIS, SAGA GIS közvetlen használata.
- **Többnyelvű felület** – több mint 40 nyelven érhető el, köztük magyarul és ukránul is.
- **Online térképszolgáltatások támogatása** – WMS, WFS, WMTS, XYZ tiles (pl. Google Maps, OpenStreetMap).

Oktatási szempontból:

- Ideális **bevezető eszköz** egyetemi és középiskolai földrajzoktatásban.
- Könnyen integrálható **projektfeladatokba**, például településrendezési tervek, környezetvédelmi térképek, turisztikai útvonalak készítésébe.

GRASS GIS

A **GRASS GIS** (Geographic Resources Analysis Support System) az egyik legrégebbi nyílt forráskódú GIS, amelyet eredetileg az amerikai hadsereg mérnökei fejlesztettek ki az 1980-as években.

Ma már a tudományos közösség egyik alapvető térinformatikai eszköze.

Fő előnyei:

- **Több mint 350 beépített modul** – fejlett térbeli elemzésekre, 3D modellezésre, hidrológiai és ökológiai modellek készítésére.
- **Kiemelkedő raszterkezelés** – nagy felbontású műholdképek és DEM-ek feldolgozásában rendkívül hatékony.
- **Automatizálás** – parancssoros vezérlés, batch-feldolgozás és Python API.
- **Integráció QGIS-szel** – a QGIS-ből közvetlenül elérhetők a GRASS funkciói.
- **Nyílt tudomány támogatása** – a kutatási eredmények reprodukálhatók a nyílt forráskód miatt.

Kutatási és oktatási alkalmazások:

- Talaj- és növényborítás-elemzés.
- Árvízmodellezés.
- Éghajlati adatok feldolgozása.
- Hosszú távú környezeti változások nyomon követése.

A QGIS és GRASS GIS összehasonlítása

Tulajdonság	QGIS	GRASS GIS
Felhasználói felület	Grafikus, kezdők számára is ba-	Összetett, inkább haladó fel-
Adattípus-kezelés	Erős vektor- és rasztertámogatás	Kiemelkedő raszterelemzés
Bővíthetőség	Pluginrendszer, Python API	Modulok, Python API
Integráció	Közvetlen kapcsolat GRASS, SAGA, PostGIS rendszerekkel	QGIS-ből elérhető
Oktatási érték	Könnyen tanítható, gyors siker-	Mély, tudományos elemzések

A főiskola földrajz szakos hallgatók képzésében érdemes **kombinált módon** használni a két rendszert:

Alapképzés: QGIS alapok – adatkezelés, vizualizáció, egyszerű elemzések.

Mester képzés: GRASS GIS modulok – haladó térbeli elemzések, modellezés.

Közös projektek: QGIS felületen történő adatvizualizáció GRASS elemzési eredmények felhasználásával.

A hallgatók így **átlátják a teljes GIS-folyamatot**, a nyers adatok feldolgozásától a végső, publikálható térképig.

3.3. NYÍLT ADATKAPCSOLATOK

A GIS közösségek nem csak szoftvert fejlesztenek, hanem **nyílt adatkapcsolatokat** is építenek ki.

Főbb együttműködések:

- **OpenStreetMap (OSM)** – globális önkéntes térképezési projekt.
- **Copernicus Program** – Európai Unió műholdas adatprogramja (Sentinel adatok).
- **GeoNode és GeoServer** – nyílt forráskódú téradat-szerverek.
- **OSGeo (Open Source Geospatial Foundation)** – ernyőszervezet, amely koordinálja a nyílt GIS szoftverek és adatok fejlesztését.

QGIS integrációk:

- Beépített OSM plugin térképadatok letöltésére és feltöltésére.
- WMS/WFS/WCS támogatás a nemzeti és nemzetközi adatportálokhoz való csatlakozáshoz.

GRASS GIS integrációk:

- Közvetlen Sentinel és Landsat műholdadat letöltés.
- Raster- és vektoradatok beolvasása online forrásokból.
- Idősoros adatbázisok kezelése éghajlati és környezeti projektekben.

A közösségi fejlesztések és nyílt adatkapcsolatok révén a nyílt forráskódú GIS szoftverek: folyamatosan fejlődnek, integrálódnak a globális adatáramlásba, és **kulcsfontosságú eszközzé válnak** az oktatásban, a kutatásban és a gyakorlati szakmában.

Az egyetemi hallgatóknak érdemes nemcsak felhasználóként, hanem **aktív közreműködőként** is megismerkedni ezekkel a közösségekkel.

3.4. QGIS PLUGIN TELEPÍTÉSI FOLYAMAT

1.lépés – QGIS megnyitása

Indítsuk el a QGIS-t, majd győződjünk meg arról, hogy internetkapcsolattal rendelkezünk.

2. lépés – Bővítménykezelő megnyitása

A felső menüsorban kattintsunk a **Bővítmények → Bővítmények kezelése és telepítése...** menüpontra.

3. lépés – Keresés

A megnyíló ablak bal oldalán találjuk a keresőmezőt. Gépeljük be a kívánt plugin nevét, például: **QuickMapServices**.

4. lépés – Telepítés

A listából válasszuk ki a plugint. Kattintsunk a **Telepítés** gombra. Néhány másodperc múlva a plugin elérhető lesz a QGIS-ben.

5. lépés – Aktiválás

Egyes pluginnek használatához engedélyezni kell a **Beépülő modulok → Kezelés** menüben. Pipáljuk be az újonnan telepített modult.

A QuickMapServices plugin használata

A **QuickMapServices** az egyik legnépszerűbb QGIS plugin, amely lehetővé teszi különböző online térképszolgáltatások (Google Maps, OpenStreetMap, Bing Maps) megjelenítését háttérretegként.

Használat lépései:

- **Telepítés** a fent leírt módszerrel.
- **Megnyitás:** a felső menüsorban **Web → QuickMapServices**.
- **Térképszolgáltatás kiválasztása:** pl. „Google Satellite” vagy „OSM Standard”.
- **Hozzáadás:** a kiválasztott réteg azonnal betöltődik a térképi nézetbe.

Földrajzórán a diákok a Google Satellite réteget használva vizsgálhatják településük domborzati és beépítési viszonyait. Összevethetik a műholdképet a tematikus térképekkel (pl. népsűrűség, földhasználat).

3.5. KÖLTSÉGMENTES SZOFTVERHASZNÁLAT AZ ISKOLÁBAN

A közoktatásban a költségvetési korlátok gyakran megnehezítik drága, licenccíjas szoftverek beszerzését. A nyílt forráskódú GIS-megoldások – mint a **QGIS** vagy a **GRASS GIS** – nemcsak ingyenesen elérhetők, hanem teljes értékű szakmai eszköztárat kínálnak.

A tanórákon való alkalmazásuk előnyei:

- **Nincs licenckorlát:** bárhány tanuló telepítheti otthon is.
- **Frissítések ingyenesen:** a fejlesztői közösség folyamatosan frissíti a szoftvert.
- **Rugalmas oktatási környezet:** a tananyag könnyen adaptálható a helyi igényekhez.

Nyílt forráskódú GIS szoftverek az oktatásban

QGIS

- Felhasználóbarát felület, sok nyelven elérhető (magyar, ukrán, angol).
- Beépített tananyagok, online dokumentáció.
- Gazdag plugin-kínálat, mellyel egyszerűen bővíthető a funkcionalitás.

GRASS GIS

- Haladó térinformatikai elemzésekre alkalmas.
- Széleskörű raster- és vektoradat-feldolgozási képességek.
- Kiválóan integrálható a QGIS-sel.

Oktatási projektek nyílt forráskódú eszközökkel

1. Példa – Helyi település térképezése

- Diákok OpenStreetMap adatokból építik fel a településük digitális térképét QGIS-ben.
- Rétegek: utcák, épületek, zöldterületek, vízfelületek.

2. Példa – Környezeti vizsgálatok

- DEM (digitális domborzatmodell) letöltése és lejtés-, kitettség-analízis készítése.
- Helyi vízgyűjtő területek azonosítása és vizsgálata.

3. Példa – Tematikus térképek készítése

- Népszépsi adatok vizualizálása (KSH, Ukrán Állami Statisztikai Hivatal adatbázisa). Tanulók saját tematikus térképet készítenek és online publikálják.

Tippek tanároknak a bevezetéshez

- **Kis lépésekben haladás** – Először csak alapvető térkép-megnyitási és rétegkezelési feladatokkal kezdjük.
- **Közös projektmunka** – A diákok motivációját növeli, ha egy valódi, helyi hasznosítású térkép készítésében vehetnek részt.
- **Online tananyagok használata** – QGIS Training Manual, YouTube oktatóvideók, magyar nyelvű GIS fórumok.
- **Integráció más tantárgyakkal** – Pl. földrajz–biológia: élőhely-térképezés; földrajz–történelem: történelmi térképek digitalizálása.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

- 1.Mit jelent a nyílt forráskód fogalma, és milyen filozófiai alapelvek kapcsolódnak hozzá?
- 2.Miért különösen előnyös a nyílt forráskódú megközelítés a GIS területén?
- 3.Milyen akadályt jelenthetnek a kereskedelmi GIS szoftverek az oktatásban és a kisebb szervezetek számára?
- 4.Sorolj fel legalább három előnyt, amit a nyílt forráskódú GIS szoftverek nyújtanak a földrajzi kutatásban és oktatásban!
- 5.Hogyan változtatta meg a nyílt forráskód a GIS-oktatás lehetőségeit az egyetemeken és középiskolákban?
- 6.Milyen gazdasági és társadalmi hatásai vannak a nyílt forráskódú GIS szoftverek elterjedésének?
- 7.Miért tekinthető a QGIS felhasználóbarát megoldásnak, és milyen oktatási előnyei vannak?

Irodalomjegyzék

- 1.Dr. Ungvári Zsuzsanna (2022). Szkriptek és pluginek fejlesztése QGIS-hez. ELTE IK Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2952/ungv%C3%A1ri_zsuzsanna_qgis_pluginfejleszt.es.pdf
2. QGIS Documentation – User Guide – <https://docs.qgis.org>
Sutton, T., Dassau, O., Sutton, M. (2020): *A Gentle Introduction to GIS*. GIS Community. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/gentle_gis_introduction/index.html

4. TÉMA

LICENCELT GIS RENDSZEREK

4.1. A LICENCELT GIS RENDSZEREK SZEREPE

A térinformatikai rendszerek (GIS – *Geographic Information Systems*) célja a térbeli adatok gyűjtése, tárolása, kezelése, elemzése és vizualizációja. Ezen feladatok ellátására számos szoftver áll rendelkezésre, amelyek két fő kategóriába sorolhatók:

- **Nyílt forráskódú rendszerek** – például *QGIS*, *GRASS GIS*, amelyek ingyenesen letölthetők és szabadon módosíthatók.
- **Licencelt, kereskedelmi rendszerek** – például *ArcGIS* (Esri), *ERDAS Imagine* (Hexagon Geospatial), amelyek fizetős licenc alatt működnek, és zárt forráskódúak.

A licencelt rendszerek jellemzően nagy múltú fejlesztőcégek termékei, amelyeket folyamatosan frissítenek, bővítik és támogatnak. Bár ezek ára magas lehet, sok szakmai területen (államigazgatás, mérnöki irodák, nagyvállalatok) mégis az elsődleges választást jelentik.

A licencelt szoftverek mellett több érv is szól:

- **Magas szintű funkcionalitás** – Gyakran tartalmazznak olyan modulokat, amelyek speciális ipari feladatokra optimalizáltak (például 3D modellezés, nagyméretű adatbázisok valós idejű kezelése).
- **Integráció más rendszerekkel** – Sok kereskedelmi GIS szoftver képes közvetlenül kommunikálni CAD, BIM, távoli érzékelési és statisztikai programokkal.
- **Stabil technikai támogatás** – A felhasználók szakmai helpdesket, oktatási anyagokat, hivatalos dokumentációt és rendszeres frissítéseket kapnak.
- **Szabványoknak való megfelelés** – Különösen fontos állami vagy nemzetközi projekteknél, ahol ISO vagy OGC kompatibilitás előírás.
- **Skálázhatóság** – A licencelt rendszerek jellemzően nagyvállalati infrastruktúrában is biztonságosan működnek, több ezer felhasználó párhuzamos munkáját támogatva.

A kereskedelmi GIS szoftverek többféle licenelési modellt kínálnak:

- **Örökös licenc** – egyszeri nagyobb összeg kifizetésével a szoftver határozatlan ideig használható, de frissítések csak külön díjért érhetők el.

- **Előfizetési modell** – havi vagy éves díj, amely tartalmazza a frissítéseket és a támogatást is.
- **Oktatási licenc** – kedvezményes ár egyetemi és középiskolai intézmények számára.
- **Próbalicenc** – korlátozott ideig ingyenesen kipróbálható a teljes funkcionalitás.

Licencelt rendszerek szerepe a szakmai világban

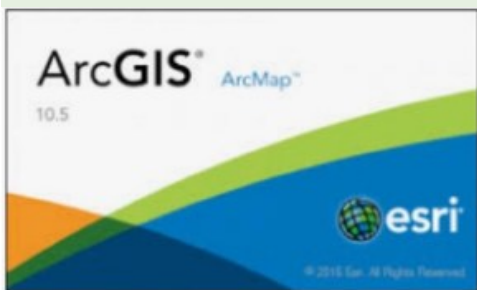
A nagy presztízsű nemzetközi projektek (például világörökségi helyszínek térképezése, katasztrófa-elhárítási rendszerek fejlesztése, nagyvárosi közlekedésirányítás) gyakran igénylik a licencelt rendszerek stabilitását, kompatibilitását és jogtiszta működését.

Ezen túlmenően bizonyos szervezeteknél a biztonsági előírások kizárják a nyílt forráskódú rendszerek használatát, és kizárólag tanúsított, ellenőrzött kereskedelmi szoftverek jöhetnek szóba.

Egyetemi oktatásban érdemes a hallgatóknak bemutatni mind a nyílt forráskódú, mind a kereskedelmi rendszereket. Bár a diákok többsége a nyílt rendszereket használja az ingyenesség miatt, a munkaerőpiacon sok pozíció igényli az ArcGIS vagy ERDAS Imagine ismeretét.

4.2. AZ ARCGIS ÉS ERDAS IMAGINE BEMUTATÁSA

4.2.1. ArcGIS



Az **ArcGIS** az **Esri** (Environmental Systems Research Institute) terméke, amely a világ egyik legismertebb és legszélesebb körben alkalmazott térinformatikai szoftvercsomagja.

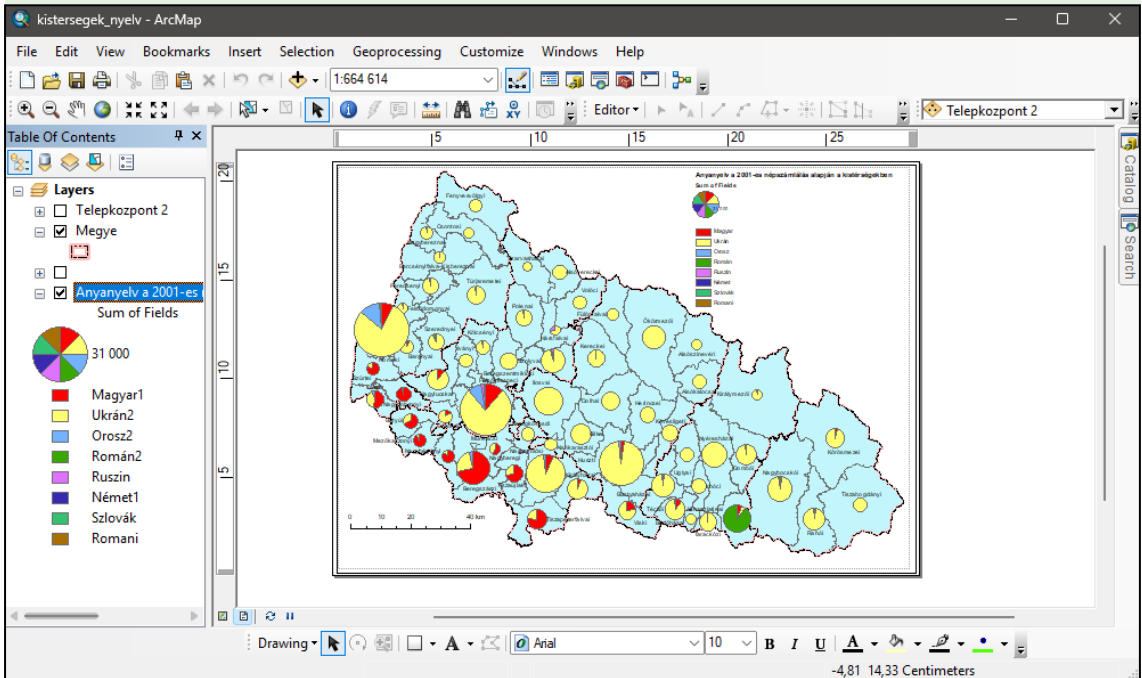
Az 1980-as évek elején az ArcInfo volt az első generációs verzió, amelyet elsősorban parancssoros környezetben használtak. A 2000-es évek elején jelent meg az **ArcGIS Desktop** grafikus felülettel.

Modulok: ArcMap (térképszerkesztés), ArcCatalog (adatkezelés), ArcToolbox (elemzési eszközök), majd az újabb generációs **ArcGIS Pro** egységesített felülettel és 64-bites feldolgozással.

Licencrendszer: Basic, Standard és Advanced szint, kiegészítő modulokkal (Spatial Analyst, 3D Analyst, Network Analyst).

Fő előnyök:

- Magas szintű adatkezelési képesség (geodatabase támogatás).
- 2D és 3D modellezés integrációja.
- Széleskörű online téradat-szolgáltatások (ArcGIS Online).
- Erős térbeli elemző eszköztár.



ArcGIS munkafelület

2.2.2. ERDAS Imagine



Az **ERDAS Imagine** a **Hexagon Geospatial** terméke, amely a távérzékelési adatok feldolgozásában az egyik vezető szoftver.

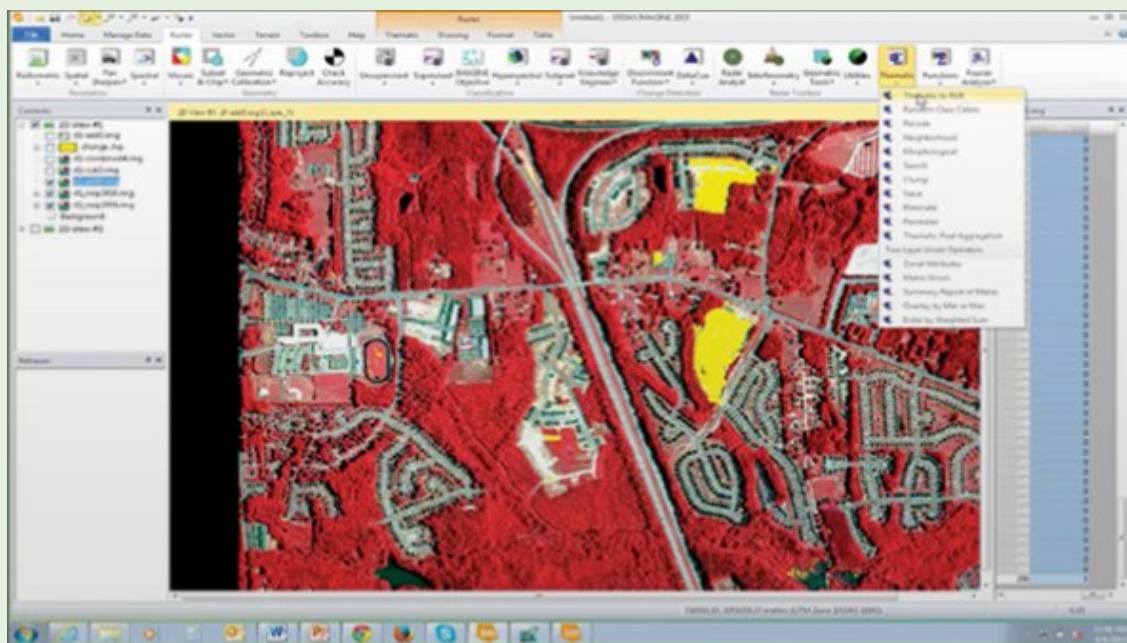
Fő profil: műhold- és légifelvételek feldolgozása, osztályozás, változásdetektálás, ortofotó készítés.

Történet: az 1980-as évek végétől kezdve a fotogrammetriai és távérzékelési feldolgozás egyik ipari szabványa lett.

Modulok: képjavítás, osztályozás (felügyelt, felügyelet nélküli), mozaikolás, ortorektifikáció, DEM generálás.

Fő előnyök:

- Kiemelkedő spektrális elemzési eszközök (pl. hiperspektrális sávok kezelése).
- Pontos ortofotó előállítás.
- Integráció más geoinformatikai rendszerekkel (pl. ArcGIS, AutoCAD).



ERDAS Imagine munkafelület

Összehasonlítás

Tulajdonság	ArcGIS	ERDAS Imagine
Fő profil	Általános GIS, adatkezelés, elemzés	Távérzékelési adatfeldolgozás
3D támogatás	Igen (ArcScene, ArcGIS Pro)	Korlátozott (DEM alapú)
Licencmodell	Moduláris	Moduláris
Integráció	Erős webes és felhőintegráció	Főleg desktop és fájlalapú
Oktatási felhasználás	Széles körben elterjedt	Szakirányú (távérzékelés) képzésekben

4.3. FUNKCIÓK ÉS ELŐNYÖK

4.3.1. ArcGIS haladó funkciói

Az **ArcGIS** az egyik legismertebb és legszélesebb körben alkalmazott, kereskedelmi licenc alatt működő térinformatikai rendszer, amelyet az **ESRI** fejleszt. A szoftver az alapvető térképkészítési és adatkezelési funkciókon túl számos **profi elemzési eszközt** kínál, amelyek különösen hasznosak a kutatásban, várostervezésben, környezetvédelemben és oktatásban.

a) 3D elemzés és vizualizáció

ArcScene és **ArcGIS Pro 3D** modulja lehetővé teszi **digitális terepmodellek** és **3D épületmodellek** létrehozását. Példák:

- Városi épületek magasságának elemzése
- Szélárnyék vizsgálat épületek környezetében
- Domborzati viszonyok hatása az árnyékolásra

Előny: vizuálisan meggyőző prezentációk készíthetők, amelyek érthetővé teszik a térbeli összefüggéseket nem szakmai közönség számára is.

b) Hálózatelemzés

Network Analyst kiterjesztés:

- Optimális útvonal tervezése (legrövidebb, leggyorsabb)
- Lefedettségi zónák (pl. mentőállomások kiszolgálási területe)
- Közlekedési hálózat torlódásainak szimulációja

Példa: városi buszjáratok menetrendjének optimalizálása.

c) Térbeli statisztikák

Spatial Statistics eszköztár:

- Térbeli autokorreláció (Moran's I)
- Hotspot elemzés
- Klaszteranalízis

Használható például bűnözési gócpontok vagy fertőzési zónák meghatározására.

d) Geokódolás és fordított geokódolás

Címadatok átalakítása földrajzi koordinátákká és fordítva.

Hasznos pl. lakossági kérdőívek címadatainak térképre helyezéséhez.

4.3.2. ERDAS Imagine haladó funkciói

Az **ERDAS Imagine** kifejezetten **távérzékelési és képfeldolgozási** feladatokra optimalizált rendszer, amely nagy felbontású műholdfelvételek, légifelvételek és hiperspektrális adatok elemzésére alkalmas.

a) Hiperspektrális elemzés

Több száz keskeny spektrális sáv elemzése. Alkalmazás:

- Növényfajok elkülönítése
- Talajtípusok meghatározása
- Szennyezőanyagok azonosítása

b) Változásdetektálás

Különböző időpontokban készült műholdképek összehasonlítása. Példák:

- Erdőirtás nyomon követése
- Városnövekedés vizsgálata
- Árvízkárok felmérése

c) Ortofotó készítés

- Torzításmentes, méretarányos légifelvételek előállítása.
- Alkalmazás: pontos térképek készítése tervezési és kataszteri célokra.

Integrált munkafolyamatok – ArcGIS + ERDAS Imagine

A két rendszer közötti együttműködés előnye, hogy:

- **ERDAS Imagine** a nyers távérzékelte adatok feldolgozásában erős.
- **ArcGIS** a térbeli elemzések, vizualizáció és publikálás terén kiemelkedő.

Példa integrált felhasználásra:

ERDAS Imagine-ben NDVI számítása a vegetáció állapotára. Eredmények exportálása **GeoTIFF** formátumban. További elemzés **ArcGIS**-ben, pl. zöldterület-változás településszinten.

Az egyetemi földrajz és geoinformatikai képzés során a hallgatók motiválása érdekében célszerű **konkrét esettanulmányokat** bemutatni: **3D városmodell készítése** egy helyi településről. **NDVI elemzés** a környező mezőgazdasági területekről. **Optimális útvonaltervezés** kerékpártúrához. **Változásdetektálás** két időpontban készült műholdképből.

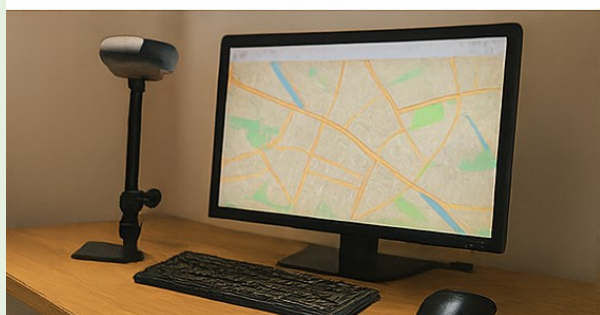
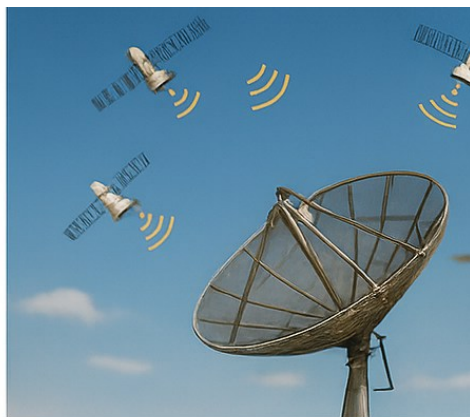
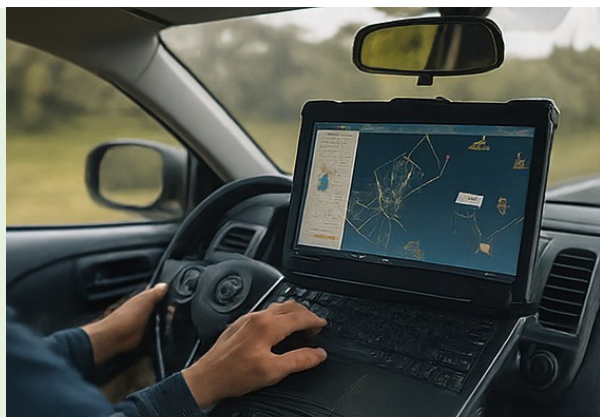
Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mi a fő különbség a nyílt forráskódú és a licencelt GIS rendszerek között?
2. Sorolj fel legalább három indokot, amiért a szakmai világban sokszor a licencelt GIS rendszereket részesítik előnyben!
3. Igaz vagy hamis? a) Az örökös licenc modellnél a frissítések mindig ingyenesen elérhetők. b) Az előfizetési modell tartalmazza a frissítéseket és a támogatást.
4. Milyen szerepet játszanak a licencelt GIS rendszerek nemzetközi projekteken (pl. katasztrófa-elhárítás, közlekedésirányítás)?
5. Nevezd meg két fő modult az ArcGIS rendszerből, és írd le röviden a funkciójukat!
6. Melyek az ERDAS Imagine fő erősségei a távérzékelési feladatok területén? Sorolj fel legalább kettőt!
7. Hasonlítsd össze röviden az ArcGIS és az ERDAS Imagine fő profilját és felhasználási területét!
8. Adj egy példát olyan integrált munkafolyamatra, ahol az ArcGIS és az ERDAS Imagine együtt használható!

Irodalomjegyzék

1. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
2. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
3. Varga Ágnes (2017): Digitalizálás. Népsűrűségi és úthálózati térkép készítése ArcGIS 10-ben. Oktatási segédlet. Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet Budapesti Corvinus Egyetem. https://agivarga.web.elte.hu/GIS1_2_tutorial_digitalizalas.pdf
4. <https://www.arcgis.com/>
5. <https://hexagon.com/products/erdas-imagine>

6. ESRI ArcGIS hivatalos dokumentáció: <https://pro.arcgis.com>
7. ERDAS Imagine felhasználói kézikönyv: <https://www.hexagongeospatial.com>
8. GISGeography – ArcGIS és ERDAS összehasonlítás: <https://gisgeography.com>



II. MODUL ADATOK A GIS-BEN

- 5. Téma. Térbeli adatgyűjtés és feldolgozás
- 6. Téma. A GPS működési elve
- 7. Téma. Drónok a térképészetben
- 8. Téma. Bevezetés a távérzékelésbe
- 9. Téma. Helyszíni mérés – geodézia és terepmunka
- 10. Téma. Online adatgyűjtés – OPENSTREETMAP
- 11. Téma. Adatforrások és adatminőség

5. TÉMA. TÉRBELI ADATGYŰJTÉS ÉS FELDOLGOZÁS

Az adatgyűjtés a térinformatikai munka első, és talán legfontosabb lépése. A GIS-rendszerbe kerülő adatok minősége alapvetően meghatározza az elemzések megbízhatóságát. A rossz minőségű, hiányos vagy hibás adatok még a legmodernebb szoftverek használata mellett is téves következtetésekhez vezethetnek.

Az adatgyűjtés lehet:

Elsődleges (primer) – közvetlenül mi magunk mérjük fel a terepen.

Másodlagos (szekunder) – már meglévő adatbázisokból, térképekből, műholdképekből származik.

Adatgyűjtési módszerek

1. Terepi mérések

GPS-es helymeghatározás

Kézi mérőeszközök (távolságmérő, mérőszalag, szintezőműszer)

Drónfelvételek készítése

2. Távérzékelés

Műholdfelvételek (pl. Sentinel, Landsat)

Légifelvételek

3. Nyilvános adatbázisok

Naturaleearthdata

OpenStreetMap (közösségi adatgyűjtés)

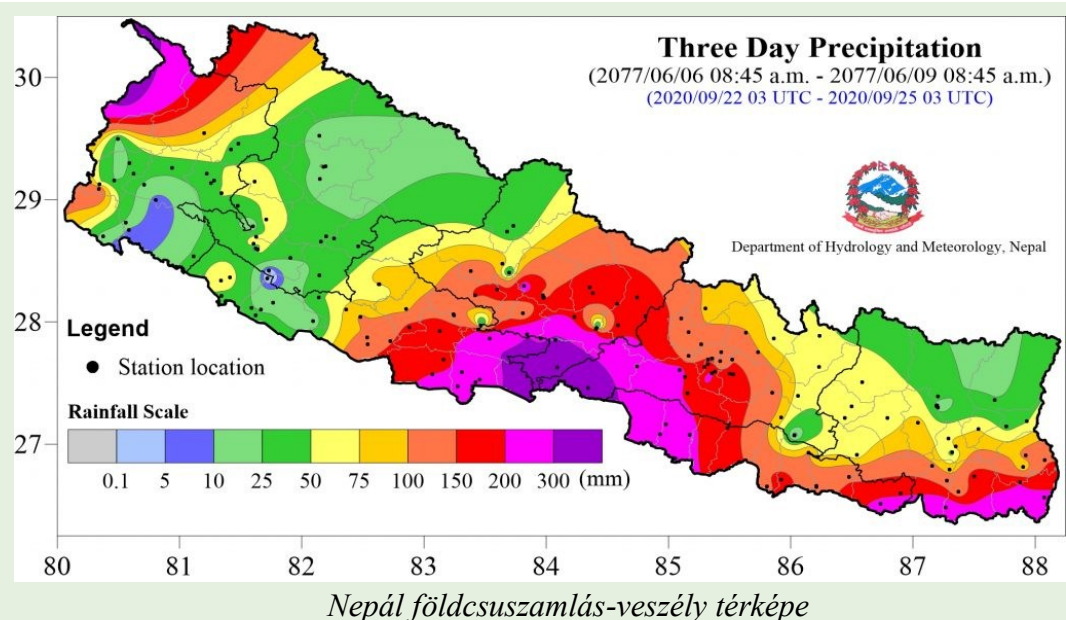
4. Archív források

Papírtérképek digitalizálása

Régi kataszteri térképek georeferálása

Pl. Nepál földcsuszamlás-veszély térképezése

A NASA és a Nepáli Földtani Intézet közösen gyűjtött műholdas és terepi adatokat, hogy előrejelezze a monszun idején bekövetkező földcsuszamlásokat. A műholdképek mellett helyi önkéntesek okostelefonos GPS-adatokat küldtek be.



Középiskolában is könnyen lehet saját adatgyűjtési projektet szervezni. Példa: **Iskolai zöldfelület-térkép készítése**. A diákok a telefonjuk GPS-ével rögzítik a fák helyét. Lefényképezik, felméri a fa fajtát és állapotát.

Az adatokat ingyenes QGIS-be töltik be. Ez a módszer nemcsak technikai készségeket, hanem környezettudatosságot is fejleszt.

5.1. Adatbevitel és -importálás

Az adatbevitel az a folyamat, amely során a gyűjtött vagy meglévő adatok bekerülnek a GIS-rendszerbe. Ez lehet:

- **manuális** (kézi beírás, digitalizálás), vagy
- **automatikus** (fájlimport, adatbázis-kapcsolat, API-k használata).

Ez a lépés kulcsfontosságú, mert az adatok **formátuma, vetületi rendszere és metaadatai** meghatározzák, hogy később pontosan és helyesen jelennek-e meg a térképen.

Adatforrás-típusok és formátumok

1. **Vektoros adatok.** Pont, vonal, felület objektumok. Gyakori formátumok:

SHP (Shapefile) – klasszikus ESRI-formátum.

GeoJSON – webes alkalmazásokhoz.

KML/KMZ – Google Earth

2. Raszteres adatok. Műholdkép, légifotó, hőtérkép. Gyakori formátumok:

GeoTIFF – georeferált képformátum

JPEG2000 – nagy tömörítés, kisebb méret

3. Attribútum-adatbázisok

CSV – egyszerű, táblázatos formátum

Excel – könnyen szerkeszthető, de GIS-ben konvertálni kell

SQL – relációs adatbázis formátum

Vetületi rendszerek és koordináták

Az adatok térbeli pozicionálásához **koordináta-rendszerre** van szükség.

Földrajzi koordináták – szélesség és hosszúság (pl. WGS84)

Vetületi koordináták – síkbeli ábrázolás (pl. UTM, Magyarországon EOV)

Probléma: Ha két adathalmaz eltérő vetületben van, a térképen nem fedik egymást → **vetületátalakítás** szükséges.

5.2. Adattisztítás és -előfeldolgozás

A GIS-elemzések során a hibás vagy hiányos adatok téves eredményeket adhatnak. Mivel a térinformatikai döntések sokszor komoly gazdasági, környezeti vagy társadalmi következményekkel járnak, **az adattisztítás elengedhetetlen lépés** a feldolgozás előtt. A hibák forrásai lehetnek:

Mérési hibák – GPS-pontatlanság, eszköz kalibrációs hibái.

Adatbevitel közbeni hibák – elírás, rossz formátum.

Elavult adatok – régi térképek, nem frissített adatbázisok.

Vetületi és koordináta-rendszer hibák – helytelen transzformáció.

Az adattisztítás lépései

- 1. Attribútumhibák javítása.** Hibás karakterek, elgépelések kiszűrése. Egységes formátum használata (pl. dátumok YYYY-MM-DD formában).
- 2. Geometriai hibák javítása.** Vektoros adatoknál: törött vonalak, hézagok, átfedések eltávolítása. Zárt poligonok ellenőrzése (pl. telekhatár ne legyen nyitott).
- 3. Duplikátumok kiszűrése.** Azonos objektumok többszöri rögzítése hibás statisztikákhoz vezethet.
- 4. Hiányzó adatok pótlása.** Szakirodalmi adatok, becslések, vagy újramérés segítségével.

vel.

5. Adatok egységesítése. Azonos mérési egységek használata (pl. méter vs. kilométer).
Kategoróriák standardizálása (pl. „út” vs. „közút” → egységes címke).

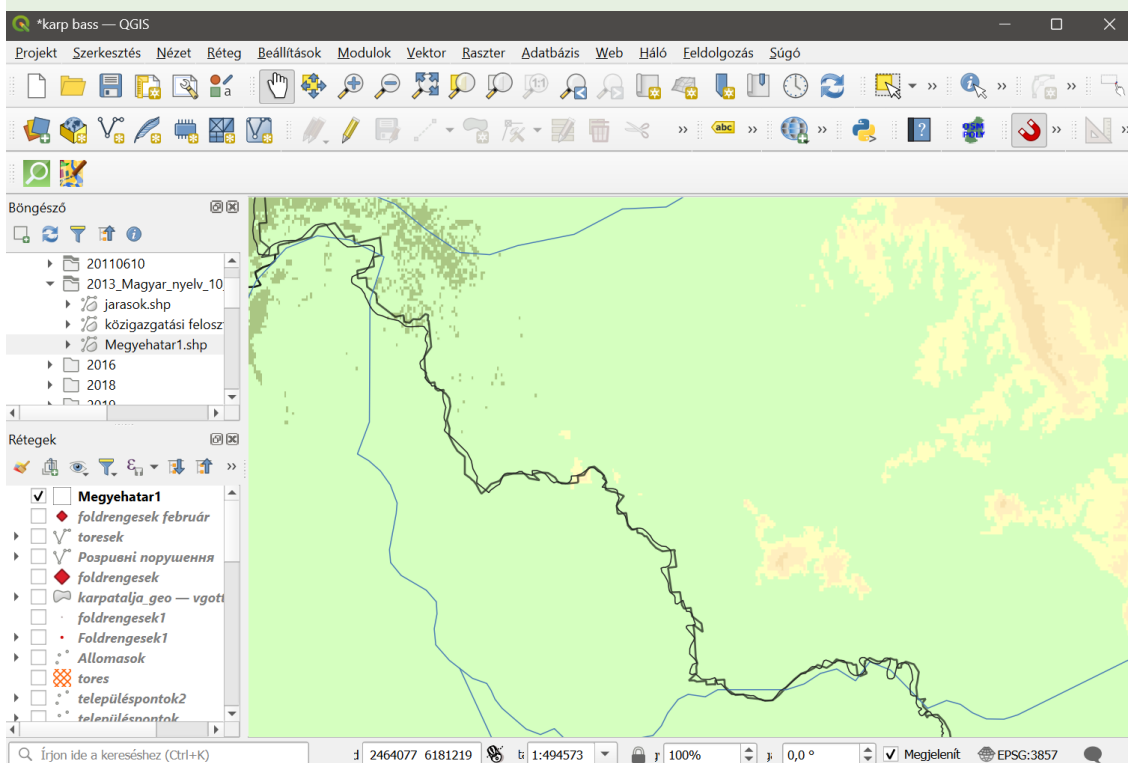
Példák adattisztításra

Belterületi úthálózat egységesítése Beregszászban

A város közlekedési térképeiben az utcanevek többféleképpen szerepeltek (pl. „Bohdan Hmelnickij út.” és „B. Hmelnickij út.”). A GIS-munka előtt automatikus keresés-csere funkcióval egységesítették a neveket, így a lekérdezések pontos találatokat adtak.

b) Térkép hibáinak javítása

A diákok letöltöttek egy nyílt adatforrásból származó térképet (pl. OpenStreet-Map). Ellenőrzik, hogy a poligonok zártak-e. Ez a gyakorlat egyszerre fejleszti a figyelmet és a digitális téradat-kezelési készségeket.



Átfedések Ukrajna és Magyarország poligonja között az ukrán-magyar határszakaszon

5.3. Adatátalakítás

A GIS-adatok különböző forrásokból érkehetnek, különböző formátumban, vetületben és adatstruktúrában. Ahhoz, hogy ezeket **egy rendszerben** lehessen kezelni és összehasonlítani, gyakran szükség van **formátum-, struktúra- vagy vetületváltásra**. Az adatátalakítás biztosítja:

Kompatibilitást a használt szoftverek között.

Egységesítést a térbeli elemzésekhez.

Pontosság megőrzését az átalakítás során.

Adatátalakítás típusai

Formátumkonverzió

Példa: **Shapefile** → **GeoPackage** (SHP-ről modern, egyfájlos formátumra).

Online térképekhez gyakran **GeoJSON** formátumot használnak.

Képfarmátum konverzió: **TIFF** → **JPEG2000**.

Vetületváltás

Példa: WGS84 (földrajzi koordináták) → EOVS (Egységes Országos Vetület – Magyarország).

Vetületváltás nélkül a térképi rétegek elcsúsznak.

Vektor ↔ Raszter konverzió

Vektor → **Raszter**: például településhatárokból képpontos állomány készítése műholdkép elemzéshez.

Raszter → **Vektor**: például domborzatmodellekből kontúrvonalak előállítása.

Attribútum-átalakítás

Mértékegységek egységesítése (pl. láb → méter).

Adattípus-váltás (szöveg → szám).

Tipikus hibák adatátalakítás közben

Vetület információ hiánya → az adat a „világ másik felére” kerül.

Rossz egységkonverzió → például méter helyett lábban történő számítás hibás eredményt adhat.

Vektor–raszter konverzió során a felbontás túl alacsony → részletvesztés.

5.4. Térbeli elemzés

A térbeli elemzés a GIS egyik legfontosabb funkciója: olyan módszerek összessége, amelyekkel **az adatok földrajzi elhelyezkedését és viszonyait vizsgáljuk**. Segítségével:

- új információt nyerünk ki meglévő adatokból,
- mintázatok, összefüggéseket fedezünk fel,
- előrejelzéseket készítünk.

A térbeli elemzésnek **három fő típusát** különböztetjük meg:

1. **Térbeli lekérdezés** – meglévő adatok szűrése földrajzi jellemzők alapján.
2. **Térbeli műveletek** – adatok alakjának, méretének, kiterjedésének vizsgálata.
3. **Modellezés** – valós folyamatok szimulálása (pl. árvizek, forgalom).

Főbb módszerek

1. Pufferzóna (buffer) elemzés

Lényege: egy adott objektum körül meghatározott távolságú zóna kijelölése.

Példa: iskolák 500 méteres környezetének vizsgálata zajterhelés szempontjából.

Típusok:

Egyszerű puffer: fix távolság.

Változó puffer: attribútumérték alapján változó távolság.

2. Hálózat-analízis

Úthálózatokon, vasútvonalakon, közműhálózatokon végzett számítások.

Példa: legrövidebb útvonal kiszámítása két pont között.

Alkalmazás: logisztikai optimalizálás, közlekedésirányítás, mentési útvonaltervezés.

3. Térbeli lekérdezés

Kérdés feltevése a térbeli viszonyokról.

Példák:

„Mely települések fekszenek 200 m-nél magasabban?”

„Mely folyók keresztezik az autópályát?”

4. Térbeli átfedés (overlay) elemzés

Különböző rétegek kombinálása közös térbeli kiterjedésen.

Példa: földtani térkép + kataszteri térkép = építési kockázati térkép.

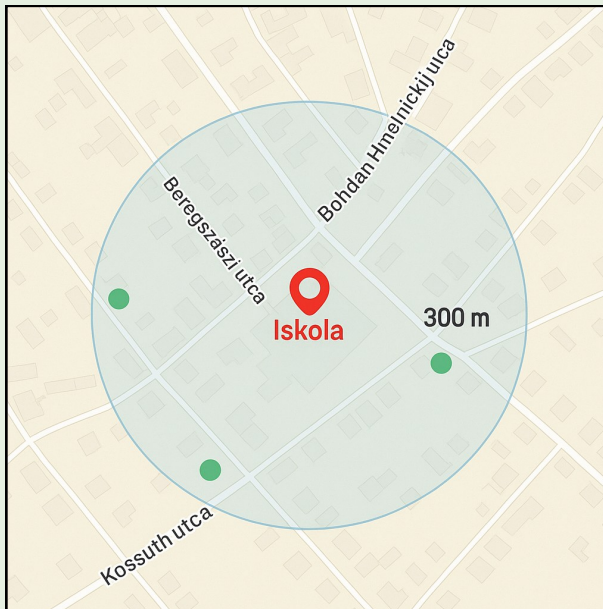
Példák

Árvízvesztély-zónák meghatározása a Tisza mentén. Digitális domborzatmodell és folyómeder adatok alapján pufferzónákat hoztak létre 100, 200 és 500 méteres távolságban. Ezt kombinálták településhatárokkal, így azonosították a leginkább veszélyeztetett településrészeket.

Kerékpárút-hálózat optimalizálása. Hálózat-analízis segítségével modellezték a bicikliút-hálózatot. Az elemzés figyelembe vette a forgalmi adatokat, baleseti statisztikákat és a domborzati viszonyokat. Eredmény: a kerékpárút-hálózat bővítése olyan szakaszokon, ahol a legtöbb potenciális felhasználó él.

Iskolai példa: Saját pufferzóna készítése QGIS-ben

A diákok bejelölik az iskola helyét. 300 méteres pufferzónát hoznak létre. Megszámolják, hány buszmegálló található a zónán belül. Ez a feladat segít megérteni a „térbeli gondolkodást” és az adatok földrajzi összefüggéseit.



Tipikus hibák a térbeli elemzés során

- Rossz vetület → a távolságok és területek hibásak lesznek.
- Hiányos vagy pontatlan adatok → hibás következtetések.
- Nem megfelelő puffer-távolság → túl kicsi vagy túl nagy zóna.

5.5. Az adatok térképi megjelenítése

A térkép a GIS munka **végterméke** sok esetben. Hiába pontosak az adatok és a számítások, ha a térkép nem áttekinthető, félrevezető vagy esztétikailag gyenge, az üzenet nem jut el a felhasználóhoz. A jó térkép **egyszerre informatív és vizuálisan vonzó**.

A térképtervezés feladata:

- az adatok **vizuális hierarchiájának** kialakítása,
- a **jelkulcs és színek** megfelelő kiválasztása,
- a **lépték és vetület** helyes beállítása,
- a **célközönség igényeihez** igazított megjelenítés.

A jó térkép alapelvei

Olvashatóság – a térképen minden fontos elem egyértelműen felismerhető legyen.

Pontosság – a vetület, koordináták és jelölések ne vezessenek félre.

Esztétikum – a színek, betűtípusok, vonalvastagságok harmonizáljanak.

Hierarchia – a legfontosabb információk vizuálisan előtérbe kerüljenek.

Térképi elemek

Térképtörzs – a fő adatok.

Jelkulcs (magyarázat) – a szimbólumok és színek értelmezése.

Északi irány jelölése – iránytű vagy északnyíl.

Léptékvonal / léptékszám – távolságok értelmezéséhez.

Cím – a térkép témájának megnevezése.

Forrásmegjelölés – adatforrás, készítő neve, dátum.

Színek és szimbólumok szerepe

Színek: jelentésközlés és csoportosítás.

Pl. zöld árnyalatok → vegetáció,

kék → vízfelület,

piros → veszély vagy kiemelt objektum.

Szimbólumok: piktogramok, vonaltípusok és kitöltések.

Példa: szaggatott vonal → tervezett út,

kék háromszög → ivókút.

Vizuális hierarchia kialakítása

Fontos objektumok erősebb színnel, vastagabb vonallal jelenjenek meg.
Másodlagos elemek halványabb tónusban.
Háttérelemek (pl. domborzat) világos, nem zavaró színezéssel.

Tipikus hibák térképtervezésnél

Túl sok szín → vizuális káosz.
Nem kontrasztos betűszínek → olvashatatlan feliratok.
Hiányzó jelkulcs → értelmezhetetlen szimbólumok.
Rosszul megválasztott vetület → torz arányok.

5.6. Eredmények publikálása és megosztása

Egy térinformatikai projekt akkor teljes, ha az eredmények **eljutnak a felhasználókhoz**. Az elemzési folyamat végén a térképek, adatok és jelentések bemutatása történhet:

- nyomtatott formában,
- digitális fájlalként,
- interaktív online platformokon.

A cél: **érthető, pontos és célcsoporthoz igazított** formában megosztani a munkát.

Publikálási módok

1. Nyomtatott térképek

Előnyök: stabil, offline használható, hivatalos dokumentációként elfogadott.

Hátrányok: nem interaktív, gyorsan elavulhat.

Példák:

várostervek kinyomtatott változata,
iskolai falitérképek.

2. Digitális fájlformátumok

Gyakori formátumok:

PDF – könnyen megosztható, nem módosítható.

JPEG/PNG – képfájl, webes beágyazásra alkalmas.

GeoTIFF – georeferált raszteradatok.

Shapefile, GeoPackage – vektoros adatok cseréjére.

Előny: könnyen archiválható, szerkeszthető (bizonyos formátumokban).

3. Webes GIS alkalmazások

Lehetővé teszik az interaktív térképek online böngészését.

Platformok:

ArcGIS Online

QGIS Web Client

Google My Maps

Előnyök:

nagy felhasználói kör elérése,
valós idejű frissítés.

Hátrányok:

internetkapcsolat szükséges,
licencdíjak lehetnek.

Interaktív térképek előnyei

- A felhasználó **nagyíthatja/kicsinyítheti** a nézetet.
- Különböző **rétegek be- és kikapcsolhatók**.
- Egyes objektumokhoz **további információk** (fotó, link, leírás) rendelhetők.
- Közösségi adatbevitel lehetősége (crowdsourcing).

Példák:

a) Budapest közbringarendszer térképe

A BKK interaktív webes térképen jeleníti meg a MOL Bubi állomások helyét, a rendelkezésre álló kerékpárok számát, valamint a valós idejű forgalmi adatokat.

Forrás: <https://bkk.hu/hirek/2020/08/a-bkk-ujra-uzembe-helyezte-a-millenaris-parkfeny-utca-mol-bubi-gyujtoallomast.2911/>



b) OpenStreetMap közösségi térkép

Világszerte önkéntesek szerkesztik és frissítik a térképet. Bárki hozzátehet új utat, épületet, érdekes helyet, így a térkép mindig naprakész.

Tipikus hibák a publikálásnál

Túl nagy fájl méret → nehézkes letöltés.

Hiányos forrásmegjelölés → hitelességi probléma.

Rossz színbeállítás → nyomtatásban torzulhat.

Nem mobilbarát online térkép → korlátozott elérés.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mi a különbség az elsődleges és másodlagos adatgyűjtés között?
2. Sorold fel három módszert, amellyel terepi adatokat lehet gyűjteni!
3. Milyen előnye van annak, ha drónfelvételeket kombinálunk GPS-mérésekkel?
4. Mi a különbség a vektoros és a raszteres adat között?
5. Mit jelent az, hogy egy térképadat georeferált?
6. Mi történik, ha különböző vetületben lévő adatokat keverünk GIS-ben?
7. Milyen típusú hibák lehetnek az attribútumokban, és hogyan javíthatók?
8. Miért fontos a geometriai hibák ellenőrzése poligonok esetében?
9. Hogyan lehet pótolni a hiányzó adatokat, ha nincs lehetőség újramérésre?
10. Mi a különbség a formátumkonverzió és a vetületváltás között?
11. Milyen helyzetekben szükséges a vektor–raszter konverzió?
12. Milyen problémák adódhatnak, ha a vetületváltás során nem állítjuk be a forrás vetületét?
13. Mire használható a pufferróza elemzés a településtervezésben?
14. Milyen előnyei vannak a hálózat-analízisnek a közlekedéstervezésben?
15. Mit jelent a térbeli átfedés (overlay), és milyen adatforrásokból lehet építeni?
16. Miért fontos a vizuális hierarchia kialakítása a térképen?
17. Milyen információkat kell tartalmaznia a jelkulcsnak?
18. Hogyan lehet elkerülni a szintorlódást tematikus térképeken?
19. Milyen előnyei és hátrányai vannak a nyomtatott térképeknek a digitális változatokhoz képest?
20. Mi a különbség a GeoTIFF és a shapefile között?

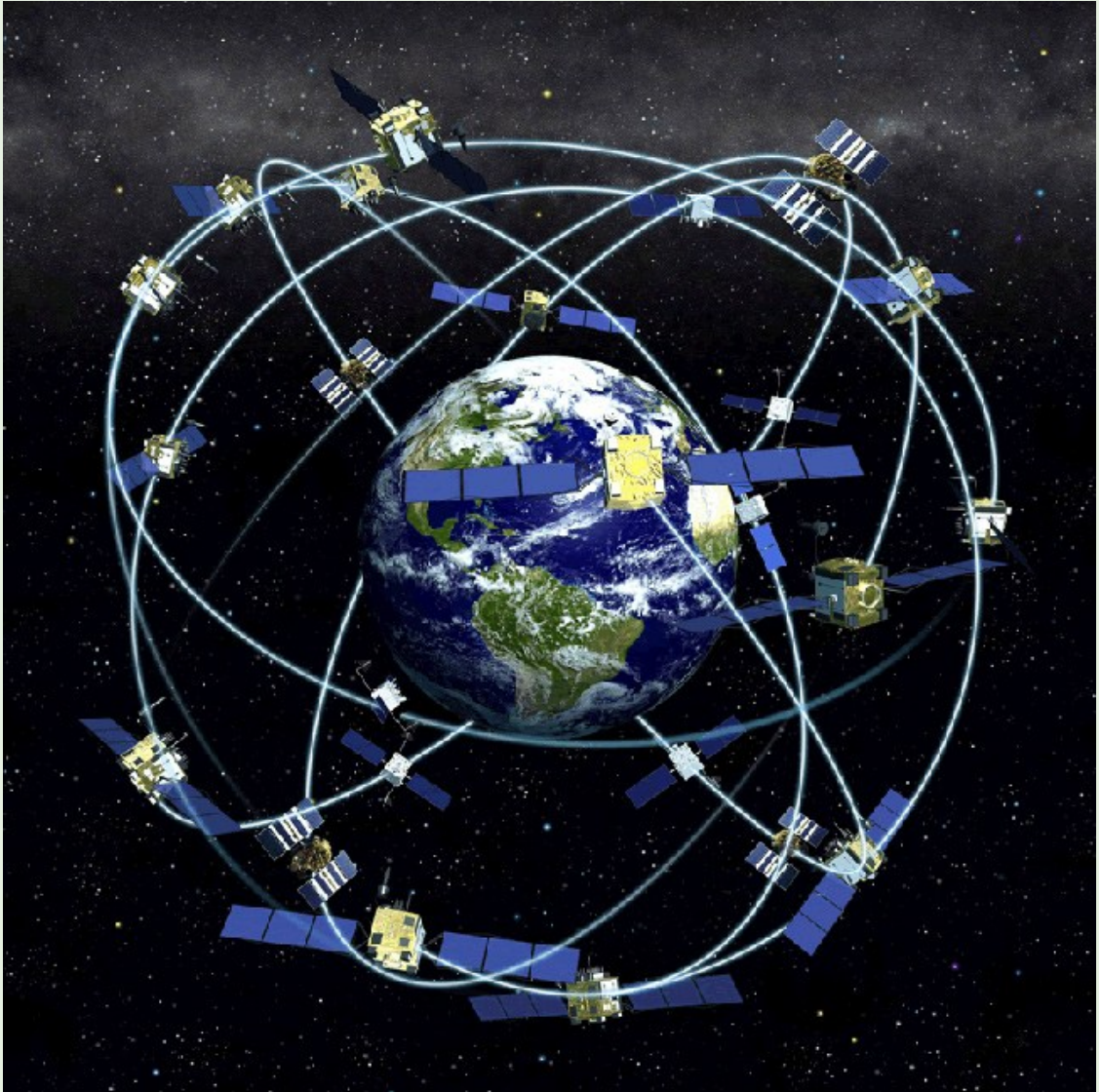
21. Miért lehet hasznos a közösségi adatbevitel egy webes GIS projektben?

Irodalomlista

1. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
2. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
3. Varga Ágnes (2017): Digitalizálás. Népsűrűségi és úthálózati térkép készítése ArcGIS 10-ben. Oktatási segédlet. Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet Budapesti Corvinus Egyetem. https://agivarga.web.elte.hu/GIS1_2_tutorial_digitalizalas.pdf
4. <https://www.arcgis.com/>
5. <https://hexagon.com/products/erdas-imagine>

6. A GPS MŰKÖDÉSI ELVE

A **globális helymeghatározás** napjainkban a térbeli adatgyűjtés egyik legfontosabb technológiája. Legyen szó várostervezésről, környezetvédelemről, turisztikai útvonalak rögzítéséről vagy akár katasztrófaelhárításról, a GPS (Global Positioning System) lehetővé teszi a **méteres vagy akár centiméteres pontosságú** helymeghatározást a Föld bármely pontján, a nap 24 órájában.



Navstar műholdak

*[https://bakancsban-ket-kereken.blog.hu/2022/07/18/
utavallo_23_kivancsi_vagy_ra_hogyan_mukodik_a_gps](https://bakancsban-ket-kereken.blog.hu/2022/07/18/utavallo_23_kivancsi_vagy_ra_hogyan_mukodik_a_gps)*

A GPS különösen fontos a **geoinformatika** szempontjából, mert:

- lehetővé teszi a terepi adatgyűjtést gyorsan és hatékonyan,
- összekapcsolható más adatforrásokkal (pl. műholdképek, térképi adatbázisok),
- közvetlenül integrálható térinformatikai rendszerekbe (QGIS, ArcGIS).

6.1. Globális navigációs műholdrendszerek (GNSS) áttekintése

Bár a GPS az egyik legismertebb rendszer, a valóságban több GNSS (Global Navigation Satellite System) működik, amelyek a helymeghatározásban részt vesznek.

Rendszer neve	Üzemeltető ország/szervezet	Indítás éve	Műholdak száma (2025)	Megjegyzés
GPS	USA	1978	31	Katonai eredetű, polgári használatra nyitott
GLONASS	Oroszország	1982	24	Főként orosz és ázsiai területeken pontos
Galileo	Európai	2016	28	Nagy pontosságú, civil fel-
BeiDou	Kína	2000	35	Ázsia–Csendes-óceán térségben kiemelkedő lefedettség

A modern okostelefonok és GPS-vevők többsége **több rendszer jeleit** is képes venni (**multi-GNSS**), ami növeli a pontosságot és a megbízhatóságot.

6.2. A GPS működési elve – trilateráció

A GPS helymeghatározás alapja a **trilateráció**, amely a távolságmérés elvén működik.

Fő lépések:

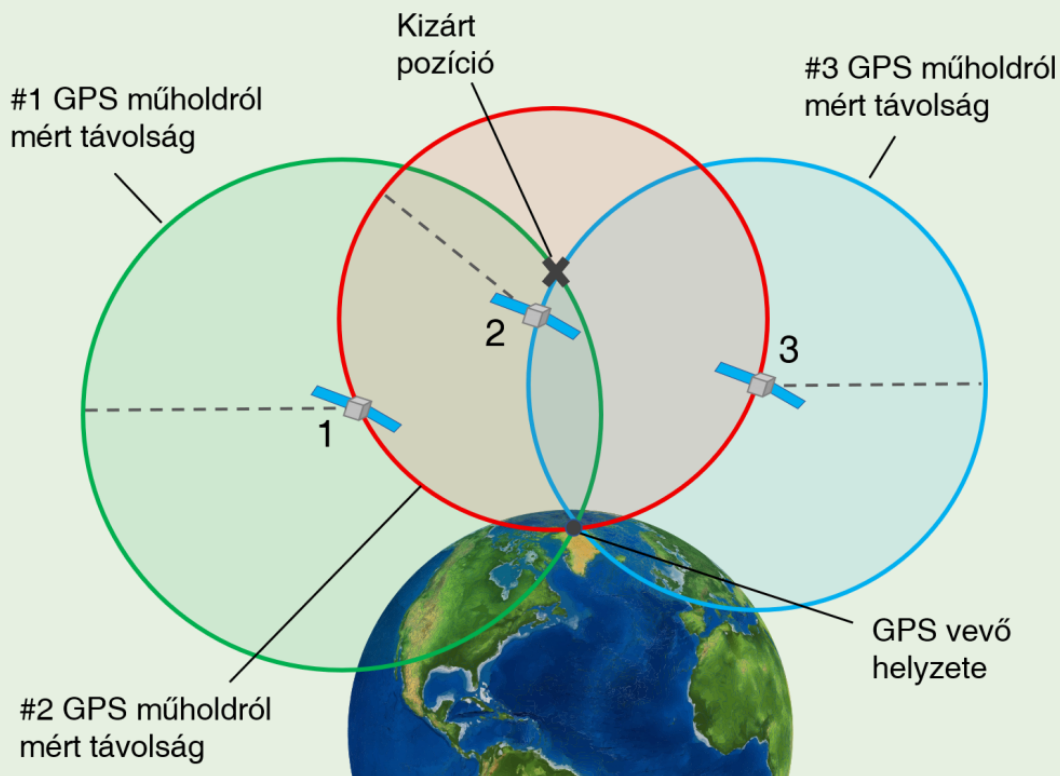
A GPS-vevő jelet fog legalább **4 műholdtól**.

Minden műhold folyamatosan sugározza a saját helyzetét és az aktuális pontos időt.

A vevő meghatározza, mennyi idő alatt érkezett meg a jel.

A jel terjedési sebessége (fénysebesség) alapján kiszámítja a távolságot a műholdtól.

A 4 vagy több távolságmérés metszéspontja adja a vevő **háromdimenziós helyzetét** (szélesség, hosszúság, magasság) és az időt.



Műholdas trilateráció

https://konyv.mant.hu/muholdas_helymeghatarozas/

6.3. Hibaforrások és pontosság

A GPS-jelek pontosságát több tényező is befolyásolja:

Ionoszféra és troposzféra: a légkör eltérítheti a jeleket.

Multipath-hatás: a jel visszaverődik épületekről, szikláról, így késve érkezik.

Műhold-geometria (DOP): a műholdak elhelyezkedése az égen hatással van a pontosságra.

Óraszinkron: a vevő órájának eltérései is befolyásolhatják a számításokat.

Átlagos körülmények között egy hagyományos kézi GPS **3–10 m** pontosságot biztosít, de fejlettebb módszerekkel ez **centiméteres** is lehet.

Pontosságnövelő technológiák

1. **DGPS** (Differential GPS): Egy ismert helyzetű bázisállomás jelzi a mért adatok eltérését, amit a mobil vevő korrigál.
2. **RTK** (Real-Time Kinematic): Centiméteres pontosság, valós idejű fázismérés segítségével.
3. **PPP** (Precise Point Positioning): Interneten vagy rádióon kapott pontos műholdpálya- és óraadatokkal növeli a pontosságot.

6.4. GPS adatformátumok és feldolgozás

A GPS-vevők az adatokat szabványos formátumokban tárolják:

NMEA – nyers adatfolyam, soros kommunikációhoz.

GPX – GPS Exchange Format, útvonalak, pontok, nyomvonalak.

KML – Google Earth és más térképszoftverek által olvasható formátum.

Feldolgozás lépései:

Adatok letöltése a készülékről.

Adattisztítás (hibás pontok eltávolítása).

Importálás GIS szoftverbe (pl. QGIS).

Térképi megjelenítés és elemzés.

GPS használata földrajzórán

Cél: A diákok megismerjék a helymeghatározás működését és gyakorlati hasznát.

Feladatötletek: Iskolakert vagy udvar térképezése mobil GPS-szel. Saját lakóhely POI-pontjainak (érdekességeinek) rögzítése. Útvonaltervezés a leggyorsabb hazajutásra a térképen.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Milyen területeken alkalmazható a GPS-technológia a szövegben említett példák alapján?
2. Sorold fel a szövegben szereplő GNSS rendszereket, és írd melléjük az üzemeltető országot vagy szervezetet!
3. Mit jelent a multi-GNSS, és milyen előnyt biztosít a helymeghatározásban?
4. Magyarázd el röviden a GPS helymeghatározás trilaterációs elvét!
5. Nevezd meg legalább három hibaforrást, amely befolyásolhatja a GPS pontosságát!
6. Milyen pontosságnövelő technológiákat sorol fel a szöveg, és melyik képes centiméteres pontosság elérésére valós időben?
7. Milyen adatformátumokat használhatnak a GPS-vevők, és melyik formátum alkalmas például a Google Earth-ben való megjelenítésre?
8. Adj egy földrajzórán alkalmazható, GPS-es gyakorlati feladatötletet!

Irodalom

1. Сухий П. О., Сабадаш В. І., Дарчук К. В. (2020): Супутникова геодезія: навч.-метод. посібник / - Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. 372 с.
2. A GPS helymeghatározó rendszer. <http://lazarus.elte.hu/tajfutas/magyar/archiv/dg/3.htm>
3. Földrajzi helymeghatározás, a GPS. <https://www.astro.u-szeged.hu/szakdolgozasi/felhasznalas/helymeghatározas.html>

7. DRÓNOK A TÉRKÉPÉSZETBEN

Az elmúlt évtizedben a **pilóta nélküli légi járművek**, közismertebb nevükön **drónok**, forradalmasították a térinformatikát és a térképészetet. Míg korábban légi felméréseket kizárólag drága repülőgépes vagy műholdas rendszerekkel lehetett végezni, ma már **néhány ezer hrvnyás eszközzel** is lehetséges részletes és pontos térképeket készíteni.



Miért vált fontossá a drónok szerepe?

Gyorsaság: Egy kisebb terület (pl. egy településközpont) pár óra alatt felmérhető.

Költséghatékonyság: A repülőgépes felmérés árának töredékéért megvalósítható.

Rugalmasság: Bármikor bevethető, akár nehezen megközelíthető területeken is.

Magas felbontás: Centiméter alatti pixelméretű képek készíthetők.

7.1. A dróntechnológia alapjai

Dróntípusok térképészeti felhasználásra

Multirotoros drónok

Előny: helyben lebegés, pontos pozicionálás.

Hátrány: kisebb repülési idő (20–40 perc).

Példa: DJI Phantom, Mavic.

Fix szárnyú drónok

Előny: nagy területek gyors felmérése.

Hátrány: nehezebb irányítás, nagyobb leszállóhely szükséges.

Hibrid VTOL (Vertical Take-Off and Landing)

Kombinálja a helikopter és a repülő előnyeit.

Alapvető alkotóelemek

Váz és hajtómű – stabilitás és teherbírás biztosítása.

Repülésvezérlő egység – navigáció és automatikus repülés.

Szenzorok – GPS, IMU (Inertial Measurement Unit), barométer.

Kamerarendszer – fotogrammetriai vagy speciális szenzorok.

7.2. Adatgyűjtési módszerek drónokkal

a) Fotogrammetria

A legelterjedtebb módszer, amely **térbeli mérésekre és modellezésre** használja a képek közötti átfedéseket.

Elv: Több, különböző pozícióból készült kép összeillesztése 3D modellé.

Eredmény: ortofotó, digitális domborzatmodell (DEM).

b) LiDAR (Light Detection and Ranging)

A LiDAR (Light Detection and Ranging) egy távolságmérési technológia, amely lézerefény-impulzusok segítségével méri meg egy objektum vagy a felszín távolságát.

Működés:

A LiDAR-egység **lézerimpulzust** bocsát ki.

A kibocsátott fény visszaverődik a célfelületről (pl. talaj, épület, növényzet).

A szenzor megméri, mennyi idő alatt érkezik vissza a jel.

A fénysebesség ismeretében kiszámítható a távolság.

Több millió ilyen mérésből **3D pontfelhő** jön létre, amely részletesen ábrázolja a felszínt.

Előny: Sűrű vegetáció alatt is képes adatot gyűjteni.

Hátrány: Drága szenzor.

c) Multispektrális és hőkamerák

Felhasználás: mezőgazdaság, környezetmonitoring.

Előny: Növényegészség és hőmérsékleti változások feltérképezése.

7.3. Adatfeldolgozás drónfelvételekből

- **Munkafolyamat**
- **Repülésstervezés** (útvonal, magasság, átfedés beállítása).
- **Képgyűjtés** (RAW vagy JPEG formátumban).
- **Képillesztés és ortorektifikálás** (Pix4D, Agisoft Metashape, OpenDroneMap).
- **3D modellezés** (digitális domborzatmodell, felszínmodell).
- **GIS integráció** (QGIS, ArcGIS).

Ortofotó készítés

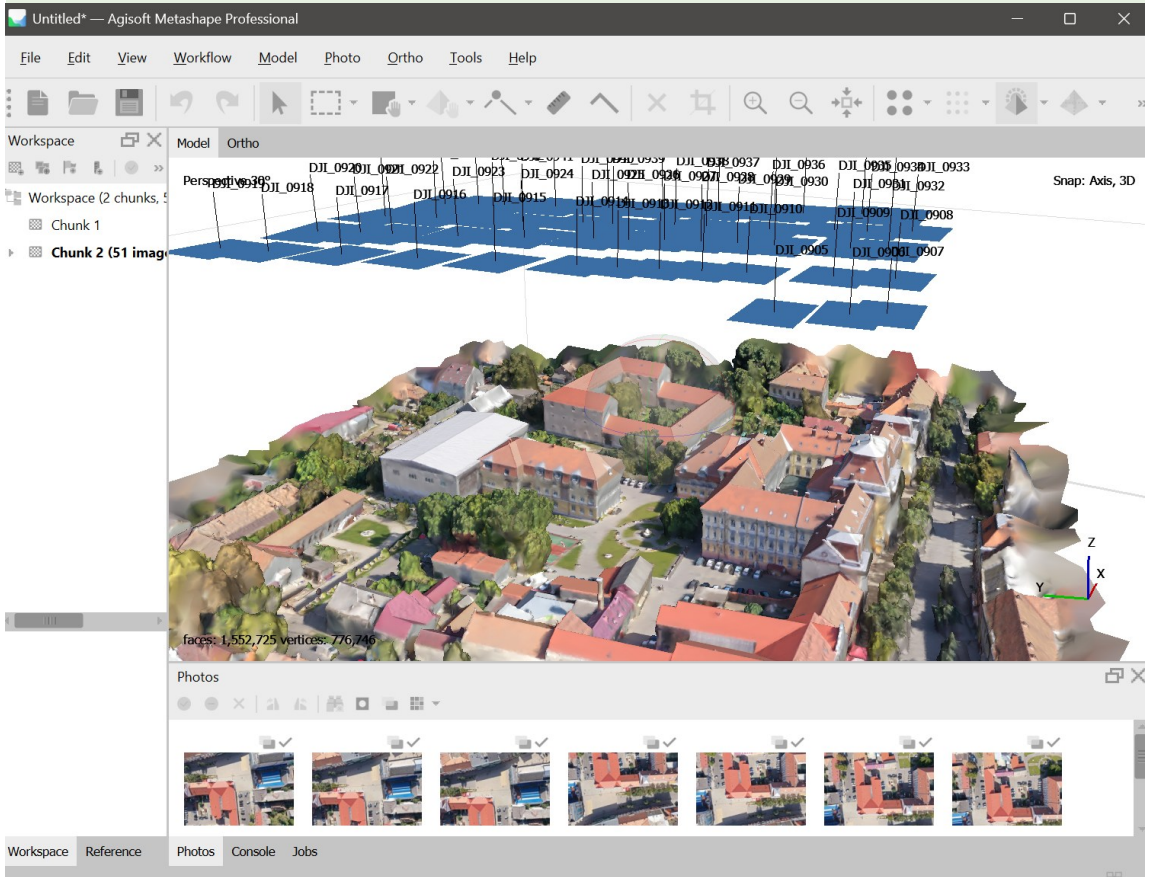
Az ortofotó olyan légifotó, amely **geometriailag pontos**, így méretarányosan mérhető. Fő jellemzői: Földrajzi helyesbítés: a felvétel készítésekor jelentkező torzításokat (kamera dőlése, terep domborzata, lencsetorzítás) digitális képfeldolgozással korrigálják. Mértanilag pontos: bármely két pont távolsága az ortofotón megegyezik a terepen mért távolsággal, így térképi mérésekre alkalmas. Koordinátarendszerben elhelyezve: GIS szoftverekben közvetlenül használható réteggént.



Ortofotó Beregszász központi részéről

Agisoft Metashape

Az Agisoft Metashape egy professzionális fotogrammetriai szoftver, amely digitális fényképekből képes 3D pontfelhőket, digitális felszín- és terepmodelleket, valamint ortofotókat előállítani.



Ortofotó előállításának folyamata Agisoft Metashape szoftverrel (Beregszász)

Pontossági tényezők és korlátok

Repülési magasság: magasabb repülés = kisebb részletesség.

Átfedés: előre (front overlap) és oldalirányú (side overlap) átfedés növeli a pontosságot.

Időjárási körülmények: szél, köd, erős napfény ronthatja a minőséget.

GNSS pontosság: RTK drónokkal centiméteres helymeghatározás érhető el.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Sorold fel legalább három okot, amiért a drónok fontos szerepet kaptak a modern térképészetben!
2. Milyen fő dróntípusokat használ a térképészet, és mi az előnyük-hátrányuk?
3. Nevezd meg a drónok legalapvetőbb alkotóelemeit, és röviden írd le szerepüket!
4. Magyarázd el röviden, hogyan működik a fotogrammetria, és milyen eredményeket lehet vele elérni!
5. Mi a LiDAR technológia lényege, és milyen előnyt biztosít például erdős területeken?
6. Milyen adatgyűjtési lehetőségeket kínálnak a multispektrális és hőkamerák, és mely területeken használják őket leggyakrabban?
7. Sorold fel a drónos adatfeldolgozás fő lépéseit a repüléstervezéstől a GIS-integrációig!
8. Mi az ortofotó, és milyen fő jellemzői teszik alkalmassá térképi mérésekre?

Irodalom

1. Білоус В.В., Боднар С.П. Фотограмметрія (2021): Навчальний посібник. – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2021 р. – 137 с.
https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/navch_pos_fotogrametri_bilous2021_proekt.pdf
2. Belényesi M., Kristóf D., Neidert D. (2008): Távérzékelés a környezetgazdálkodásban. Szent István Egyetem, A Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet jegyzete, Gödöllő.
3. Bácsatyai László – Márkus István (2001): Fotogrammetria és távérzékelés. Tankönyvpótló segédlet az erdőmérnök hallgatók részére. Kézirat. Sopron. 2001 http://nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/efelt/doc-fft/03_Oktatas/02_Jegyzetek/Bacsatyai-Markus_2001_Fotogrammetria_es_taverzekeles.pdf
4. Fotogrammetria. <https://lechnerkozpont.hu/oldal/fotogrammetria>

8. TÉMA. BEVEZETÉS A TÁVÉRZÉKELÉSBE

A **távérzékelés** (remote sensing) a Föld felszínéről vagy a légkörről történő információszerzés olyan módja, amikor a megfigyelő eszköz és a vizsgált objektum fizikailag nincsenek közvetlen kapcsolatban.

Ez azt jelenti, hogy az adatgyűjtés nem közvetlen érintkezés útján történik, hanem távoli platformokról – például műholdakról, repülőgépekről, drónokról vagy ballonokról.

Lényeges elemek:

- **Adatforrás:** a felszínről visszaverődő vagy kibocsátott sugárzás.
- **Érzékelő rendszer:** amely képes ezt a sugárzást rögzíteni.
- **Feldolgozás és értelmezés:** a nyers adatok átalakítása használható információvá.

A távérzékelés interdiszciplináris tudományág, amely magában foglalja a **fizika** (optika, elektromágneses spektrum), **geográfia** (térbeli mintázatok és folyamatok), **informatika** (adattfeldolgozás, képelemzés) és **mérnöki tudományok** (érzékelő eszközök fejlesztése) elemeit.

8.1. A távérzékelés történeti fejlődése

A távérzékelés történetét három fő korszakra bonthatjuk:

1. Műholdak előtti időszak

Légifotózás kezdetei: Az 1800-as évek végén már készítettek felvételeket léggömbökről, majd repülőgépekről. Példa: az első ismert légifotó 1858-ban készült Párizsról Gaspard-Félix Tournachon (Nadar) által. A 20. század első felében a légifotózás főként katonai és térképészeti célokat szolgált. A II. világháború alatt és után a repülőgépes felderítés, fotogrammetria és domborzatfelmérés jelentős fejlődésen ment keresztül.

2. Műholdas korszak kezdete

1960-as évek: megjelennek az első meteorológiai műholdak (pl. TIROS-1, 1960).

1972: a NASA elindítja a Landsat programot (akkor még ERTS-1 néven), amely az első kifejezetten földmegfigyelési célú műhold volt. Ez az időszak hozza el a multispektrális képalkotást, amely lehetővé teszi a felszín különböző jellemzőinek (pl. növényzet, víz, talaj) pontos elkülönítését.

3. Digitális és nagyfelbontású korszak

1990-es évektől: a digitális érzékelők elterjedése, a GPS integrációja és az interneten keresztüli adatmegosztás megjelenése.

2000-es évektől: kereskedelmi nagyfelbontású műholdak (pl. WorldView, GeoEye) és ingyenes, nyílt adathozzáférés (pl. Sentinel program). Ma már valós idejű adatfolyamok és akár napi frissítésű műholdfelvételek is elérhetők.

A távérzékelés fő céljai

- **Felszínmonitorozás:** folyamatos információ a Föld állapotáról.
- **Változásdetektálás:** területhasználat, erdőborítás, jégkiterjedés változásainak mérése.
- **Természeti erőforrások vizsgálata:** mezőgazdasági területek, vízkészletek, ásványkincsek felmérése.
- **Katasztrófakezelés:** árvíz, földrengés, tűzvész károk gyors felmérése.
- **Kutatás és oktatás:** tudományos modellezés, terepgyakorlatok, iskolai tananyag.

A távérzékelés típusai

a) Passzív távérzékelés

Az érzékelő a felszínről visszavert természetes sugárzást (pl. napfényt) rögzíti. Példák: Landsat, Sentinel-2.

Előny: gazdag spektrális információ.

Hátrány: időjárás és napszak erősen befolyásolja.

b) Aktív távérzékelés

Az érzékelő maga bocsát ki energiát, és a visszavert jelet méri. Példák: radar (SAR), LIDAR.

Előny: időjárástól és napszaktól független.

Hátrány: komplexebb feldolgozás.

A földrajz egyik nagy kihívása a **térbeli és időbeli változások** nyomon követése. A távérzékelés ebben kiemelkedő szerepet játszik, mivel nagy kiterjedésű területekről ad homogén adatot. Gyorsan ismételhető felvételeket biztosít. Különböző spektrális sávokban képes mérni, így a szabad szemmel nem látható jelenségek is vizsgálhatók (pl. növényzet stresszállapota).

8.2. Földmegfigyelő műholdak

A földmegfigyelő műholdak a távérzékelés gerincét adják. Ezek a rendszerek különböző magasságban keringenek a Föld körül, és speciális szenzorokkal gyűjtik a felszínről, a légkörről és az óceánokról érkező adatokat.

A műholdak által gyűjtött adatok lehetnek:

- **optikai** (látható és közeli infravörös tartomány)
- **infravörös**
- **radaros** (mikrohullámú tartomány) és mindezek kombinációi.

A műholdrendszerek főbb kategóriái:

- **Poláris pályán keringő műholdak** (low Earth orbit – LEO) – pl. Landsat, Sentinel, Terra. Magasság: 500–900 km. Egy-egy területet bizonyos időközönként, azonos napszakban figyelnek meg.
- **Geostacionárius műholdak** – pl. Meteosat. Magasság: kb. 36 000 km. Mindig ugyanazt a területet figyelik, ideális meteorológiai megfigyelésre.
- **Kis műholdkonstellációk** – pl. PlanetScope, Starlink Earth-observation rendszerek. Kis tömeg, alacsony költség, gyakori frissítés.

8.2.1. A Landsat program – A távérzékelés veteránja

A Landsat program 1972-ben indult az ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite) fellövésével. Azóta több generáció követte egymást (Landsat 1–9), folyamatosan bővülő szenzortechnológiával.



Főbb jellemzői. Pálya: poláris, nap-szinkron. **Térbeli felbontás:** 15–120 m (spektrális sáv függvényében). **Időbeli felbontás:** kb. 16 nap. **Spektrális tartomány:** látható fény, közeli és közepes infravörös, hőinfravörös.

Használati területek: Erdőborítás és erdőirtás monitorozása. Városi terjeszkedés vizsgálata. Mezőgazdasági monitoring. Vízfelületek változásainak nyomon követése

Adat-hozzáférés. A Landsat adatok 2008 óta teljesen **ingyenesen** elérhetők a USGS Earth Explorer és a Google Earth Engine felületén.

8.2.2. A Sentinel program – Az európai válasz

A Sentinel műholdakat az Európai Űrügynökség (ESA) üzemelteti a **Copernicus program** keretében. A program célja, hogy ingyenes és nyílt adatokkal támogassa az európai és globális környezetvédelmi, mezőgazdasági, várostervezési és katasztrófa-megelőzési feladatokat.

Fő Sentinel műholdtípusok

Sentinel-1: radaros képalkotás (SAR), időjárástól független.

Sentinel-2: multispektrális optikai felvételek, 10–60 m felbontás.

Sentinel-3: óceán- és légkörmonitoring.

Sentinel-5P: légszennyezés mérése.

Sentinel-6: tengerszint-változás nyomon követése.

Előnyei:

- Gyakori áthaladás (Sentinel-2 esetén 5 nap globálisan, Európában akár 2–3 nap)
- Ingyenes hozzáférés
- Magas spektrális felbontás (13 sáv a Sentinel-2-nél)

Adat-hozzáférés

Copernicus Open Access Hub

Sentinel Hub Playground (valós idejű böngészés)

EO Browser

8.2.3. Egyéb fontos műholdrendszerek

Műhold	Üzemeltető	Fő feladat	Felbontás	Megjegyzés
<i>Terra / Aqua MODIS</i>	NASA	Globális környezet-monitoring	250–1000 m	Napi frissítés
<i>SPOT</i>	Franciaország	Mezőgazdasági és városi monitoring	1,5–20 m	Kereskedelmi, részben nyílt
<i>WorldView-3</i>	Maxar	Nagyfelbontású városi térképezés	0,31 m	Kereskedelmi, fizetős
<i>PlanetScope</i>	Planet Labs	Gyakori (napi) frissítés	3–5 m	Kis műholdflotta

8.3. Multispektrális és radaros felvételek

A földi objektumok nem csak a látható fény tartományában sugároznak vagy vernek vissza elektromágneses energiát. A növények, vízfelületek, talajok és épített környezet különböző hullámhosszakon más-más jeleket adnak.

A **multispektrális felvételek** több különböző spektrális sávban rögzítik a Föld felszínét, lehetővé téve olyan mintázatok és jelenségek felismerését, amelyeket szabad szemmel nem látnánk.

Ezzel szemben a **radaros (SAR – Synthetic Aperture Radar)** felvételek a mikrohullámú tartományban készülnek, és saját aktív sugárzással mérnek, így **éjjel-nappal, felhőn keresztül** is gyűjtenek adatot.

8.3.1. Multispektrális felvételek

Egy multispektrális szenzor tipikusan 4–13 spektrális sávban dolgozik. Példa (Sentinel-2):

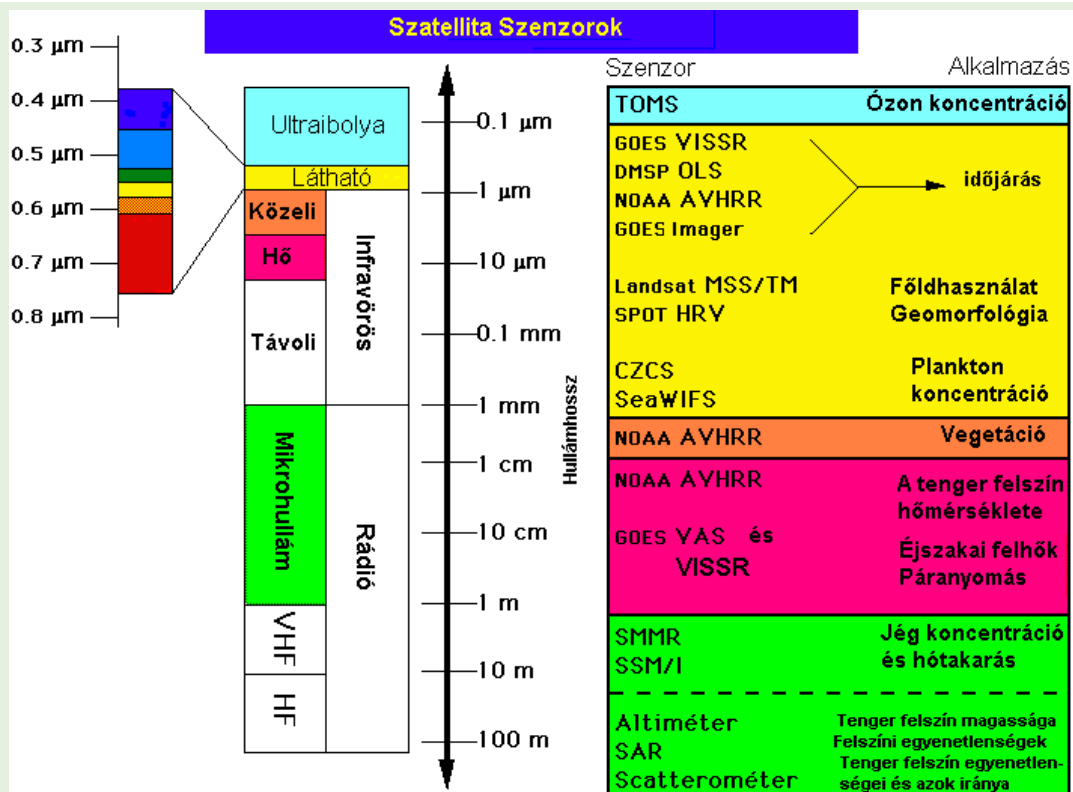
Kék (490 nm) – vízminőség, üledék-tartalom

Zöld (560 nm) – vegetáció egészségi állapot

Vörös (665 nm) – növényborítás

Közeleli infravörös – NIR (842 nm) – vegetáció biomassa

Közepes infravörös – SWIR (1610 nm, 2190 nm) – nedvességtartalom, tűz utáni területek azonosítása



Az elektromágneses hullámok spektruma és néhány szenzor a felhasználási terület megnevezésével

http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t34a.htm

A különböző sávok kombinációjával ún. **hamisszínes kompozitokat** készítünk, ahol például az egészséges vegetáció élénkzöldre látszik.

Felhasználási példák

- Erdőirtás nyomon követése (NIR + vörös sáv kombináció)
- Vízszennyezés és algavirágzás detektálása
- Termények stresszállapotának mérése
- Városi hőszigetek azonosítása

Adatforrások

- Sentinel-2 (13 sáv, 10–60 m)
- Landsat 8–9 (11 sáv, 15–100 m)
- SPOT (4–6 sáv, 1,5–20 m)

8.3.2. Radaros felvételek

A radar szenzor mikrohullámú jelet bocsát ki, majd méri a visszaverődő hullámokat. A visszaverődés mértéke függ: az objektum anyagától, a felszín érdességétől, a nedvességtartalomtól.

Előnyei, hogy független a napszaktól (aktív mérés), felhőn, ködön keresztül is működik. Különösen alkalmas vízborítás, árvíz, erdős területek szerkezetének vizsgálata

Felhasználási példák

- Árvízi területek kiterjedésének mérése
- Erdőségek magasságának becslése
- Jegesedés nyomon követése tengereken
- Földcsuszamlás detektálása interferometrikus SAR (InSAR) módszerrel

Adatforrások

- Sentinel-1 (C-sávú radar, 10 m felbontás)
- RADARSAT-2 (kanadai, kereskedelmi)
- TerraSAR-X (német, nagyfelbontású)

8.4. Felhasználási lehetőségek a távérzékelésben

A távérzékelés alapvető célja nem pusztán képek készítése a Föld felszínéről, hanem **olyan információk előállítása**, amelyek támogatják a döntéshozást, a kutatást és az oktatást.

Az alkalmazási területek köre folyamatosan bővül a technológia fejlődésével. Míg a múltban főként katonai és térképészeti célokra használták, ma már a környezetvédelem, mezőgazdaság, vízgazdálkodás, várostervezés és klímakutatás alapvető eszköze.

Erdőborítás és vegetációmonitorozás

- Erdőirtás és erdőtelepítés nyomon követése (pl. Amazonas, Indonézia)
- Erdőtüzek hatásának elemzése (égési foltok felmérése)
- Biomassza és lombkorona záródásának becslése

Módszerek

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) vegetációs index számítása
- NIR és vörös sáv kombinációja a zöld tömeg kiemelésére
- Idősoros műholdfelvételek összehasonlítása a változástektáláshoz

Például Európában a Copernicus program Sentinel-2 adatait használják éves erdőtérképek készítésére, melyek pontosan jelzik a fakitermelési területeket.

Vízfelületek és vízgazdálkodás

- Tavak és folyók vízszintjének monitorozása
- Árvíz kiterjedésének meghatározása
- Partvonal-változások követése
- Víz tározók kapacitásának ellenőrzése

Módszerek

- NDWI (Normalized Difference Water Index) számítása
- Radaros (SAR) felvételek elemzése árvíz idején
- Spektrális reflexiós görbék alapján vízminőség becslése (pl. klorofill-tartalom)

Például a 2020-as dunai árhullám idején Sentinel-1 radaros adatokkal óránkénti frissítésű árvíz térképeket készítettek, amelyek segítették a védekezési munkákat.

Mezőgazdaság és élelmiszerbiztonság

- Termények növekedési állapotának követése
- Aszálydetektálás és öntözési igény meghatározása
- Betakarítás előrejelzése

Módszerek

- NDVI és EVI (Enhanced Vegetation Index) idősorok
- Hőkamerás sávok használata a növények vízhiányának detektálására
- Gépi tanulás alapú osztályozás (pl. búza, kukorica, napraforgó területek azonosítása)

Például Ukrajnában a Sentinel-2 adatokra épülő agrármonitoring rendszer előrejelzéseket ad a gabonatermés várható mennyiségéről, amely kulcsfontosságú az exporttervek szempontjából.

Várostervezés és településkutatás

- Városi zöldfelületek kiterjedésének mérése
- Új építkezések nyomon követése
- Hőszigetelés vizsgálata

Módszerek

- Landsat TIRS (Thermal Infrared Sensor) adatok elemzése
- Épített területek osztályozása spektrális és textúra jellemzők alapján
- Idősoros összehasonlítás a városi terjeszkedés mértékének mérésére

Például Budapesten a 2010–2020 közötti Landsat-adatok alapján kimutatták, hogy a belváros hőszigete nyáron 4–6 °C-kal melegebb a külvárosi részeknél.

Környezetvédelem és katasztrófakezelés

- Légszennyezés és porfelhők követése
- Olajszenyezések azonosítása tengereken
- Földcsuszamlások és földrengés utáni károk felmérése

Módszerek

- Sentinel-5P műhold légszennyezési adatai
- Radar interferometria a talajmozgások kimutatására
- Multispektrális képek összehasonlítása katasztrófa előtt és után

Például A 2021-es görög erdőtűzek során Sentinel-2 adatok segítségével gyorsan térképezték a leégett területeket, így a helyreállítási munkák célzottabban kezdődhettek el.

8.5. NDVI vegetációs index

A növényzet állapota a Föld egyik legfontosabb környezeti indikátora. A növények fotoszintézise, biomassza-termelése és vízháztartása közvetlenül hat a klímára, a mezőgazdasági termelésre és a biodiverzításra.

A vegetáció állapotának térben és időben történő követése kulcsfontosságú:

- **Mezőgazdaság:** termények növekedési ciklusának figyelése, aszálydetektálás.
- **Környezetvédelem:** erdőirtás vagy erdőkárok azonosítása.
- **Klímaváltozás:** hosszú távú vegetációs trendek vizsgálata.

A távérzékelés lehetővé teszi, hogy nagy területeken, rendszeresen és objektíven mérjük a növényborítás állapotát. Az egyik legelterjedtebb ilyen mutató az **NDVI**.

Az **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index) egy egyszerű, de rendkívül hatékony vegetációs index, amely a növények spektrális tulajdonságain alapul.

Képlet:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

ahol:

NIR = közeli infravörös sáv reflektanciája (0,7–1,1 μm)

Red = vörös sáv reflektanciája (0,6–0,7 μm)

Az egészséges zöld növények **erősen elnyelik** a látható vörös fényt (fotoszintézis miatt), és **nagyon erősen visszaverik** a közeli infravörös fényt (a sejtszerkezetük miatt). A beteg vagy elszáradt növények kevesebb vörös fényt nyelnek el, és kevesebb NIR-t vernek vissza. A kopár talaj és a vízfelület NDVI értéke alacsony vagy negatív.

NDVI értéktartomány és értelmezés

Az NDVI elméleti tartománya: **-1,0 és +1,0** között.

NDVI érték	Jelentés	Példa
-1,0 – 0,0	Víztömeg	Tavak, folyók, tengerek
0,0 – 0,2	Kopár terület	Sivatag, hó, sziklás felszín
0,2 – 0,4	Gyér növényzet	Szavanna, száraz legelő
0,4 – 0,6	Közepes sűrűségű növényzet	Szántóföld, gyümölcsös
0,6 – 0,9	Sűrű, egészséges növényzet	Trópusi esőerdő, nedves rét

Adatforrások és feldolgozási lépések

Adatforrások

- **Landsat** (pl. Landsat 8 OLI – Red: Band 4, NIR: Band 5)
- **Sentinel-2 MSI** (Red: Band 4, NIR: Band 8)
- **MODIS** (nagy terület, alacsony felbontás, napi frissítés)

Feldolgozás lépései

- **Adatletöltés** (Copernicus Open Access Hub, USGS EarthExplorer)
- **Atmoszferikus korrekció** (felhőhatás, aeroszokok kiszűrése)

- **NDVI számítása** sávkombinációval (pl. QGIS Raster Calculator)
- **Szintérvkép alkalmazása** (értékek vizuális kiemelése)
- **Idősor készítése** (változások nyomon követése több időpontban)

Az NDVI értékek torzulhatnak felhős vagy ködös területeken. Gyér növényzet esetén a talaj reflektanciája befolyásolja az értéket. Más műholdak eltérő spektrális sávjai miatt az értékek nem mindig közvetlenül összehasonlíthatók. A vegetáció állapota évszakonként természetesen változik.

Alapfogalmak:

Spektrális sáv – a műhold által érzékelt elektromágneses tartomány (pl. látható fény, infravörös).

Térbeli felbontás – a képen egy pixel által lefedett terület mérete (pl. 10 m, 30 m).

Időbeli felbontás – milyen gyakran készít felvételt a műhold ugyanarról a területről.

Radiometriai felbontás – a szenzor érzékenysége a fényintenzitás különbségeire.

A távérzékelési képek értelmezése nem csupán technikai készség, hanem a **térbeli gondolkodás, a környezettudatosság és a problémamegoldás fejlesztésének eszköze**. Ha a tanár kreatívan és fokozatosan vezeti be a diákokat ebbe a világba, a távérzékelés nem csupán „érdekes képek nézegetése” lesz, hanem **valódi kutatási módszer**, amely a diákok önálló munkáját is ösztönzi.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mit értünk távérzékelés alatt, és miben különbözik a közvetlen adatgyűjtéstől?
2. Milyen fő elemekből áll a távérzékelési folyamat (adatforrás, érzékelő, feldolgozás)?
3. Milyen tudományterületek kapcsolódnak a távérzékeléshez, és miért tekinthető interdiszciplinárisnak?
4. Hogyan kezdődött a légifotózás, és milyen szerepet játszott a 19. század végén?
5. Milyen újításokat hozott a II. világháború a távérzékelés terén?
6. Miért tekinthető mérföldkőnek a Landsat program 1972-es indulása?
7. Milyen jellemzőkkel írható le a digitális és nagyfelbontású korszak a távérzékelésben?

8. Melyek a távérzékelés legfontosabb céljai a földfelszín és a környezet vizsgálatában?
9. Hogyan segíti a távérzékelés a katasztrófakezelést, például árvíz vagy tűzvész idején?
10. Milyen szerepet tölt be a távérzékelés a kutatásban és az oktatásban?
11. Mi a különbség a passzív és az aktív távérzékelés között?
 12. Soroljon példákat passzív és aktív távérzékelési rendszerekre!
 13. Milyen előnyei és hátrányai vannak a passzív, illetve az aktív módszereknek?
 14. Miért nélkülözhetetlen a távérzékelés a földrajz számára a térbeli és időbeli változások vizsgálatában?
 15. Milyen módszerekkel lehet a távérzékelést hatékonyan beépíteni a földrajzoktatásba középiskolai és főiskolai szinten?

Irodalom

1. Білоус В.В., Боднар С.П. Фотограмметрія (2021): Навчальний посібник. – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2021 р. – 137 с. https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/navch_pos_fotogrametri_bilous2021_proekt.pdf
2. Belényesi M., Kristóf D., Neidert D. (2008): Távérzékelés a környezetgazdálkodásban. Szent István Egyetem, A Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet jegyzete, Gödöllő.
3. Bácsatyai László – Márkus István (2001): Fotogrammetria és távérzékelés. Tankönyvpótló segédlet az erdőmérnök hallgatók részére. Kézirat. Sopron. 2001 http://nyrne.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/efelt/doc-fft/03_Oktatas/02_Jegyzetek/Bacsatyai-Markus_2001_Fotogrammetria_es_taverzekeles.pdf
4. Fotogrammetria. <https://lechnerkozpont.hu/oldal/fotogrammetria>
5. Copernicus program magyar nyelvű portálja: <https://copernicus.eu>
6. Державне космічне агентство України: <https://www.nkau.gov.ua>
7. Sentinel Hub українською: <https://www.sentinel-hub.com>
8. USGS Earth Explorer: <https://earthexplorer.usgs.gov>
9. Google Earth Engine: <https://earthengine.google.com>

9. TÉMA

HELYSZÍNI MÉRÉS – GEODÉZIA ÉS TEREPMUNKA

Bármilyen fejlett legyen is a műholdas vagy drónos távérzékelés, a **helyszíni mérés nélkülözhetetlen** a pontos térinformatikai munka során.



A terepi adatgyűjtés biztosítja:

- **A térképi adatok hitelességét** (ellenőrző mérés – ground truth).
- **Olyan adatok felvételét**, amelyeket távérzékeléssel nem lehet meghatározni (pl. talajnedvesség, fajösszetétel, helyi infrastruktúra állapota).
- **Azonnali hibajavítást** és pontosítást a térképezés folyamatában.

A geoinformatika és a földrajztudomány területén a **geodéziai mérések** és a **terepmunka** a gyakorlati szakember egyik legfontosabb kompetenciája.

9.1. A geodézia szerepe a térinformatikában

A geodézia a Föld alakjának, méretének és felszíni pontjainak meghatározásával foglalkozó tudományág. **Kapcsolata a GIS-szel:** a GIS rendszerek alapja minden eset-

ben **pontos koordinátarendszerben rögzített adat.**

Geodéziai mérések típusai

- **Alapmérés:** nagypontosságú hálózat létrehozása országos vagy regionális szinten.
- **Részletmérés:** konkrét objektumok (épületek, utak, természetes formák) felmérése.
- **Magassági mérés:** szintezés, domborzati modell készítése.

Alkalmazott eszközök

- **Teodolit** – szögmérésre.
- **Szintező műszer** – magasságkülönbségek mérésére.
- **Total station (elektronikus mérőállomás)** – szög- és távmérés kombinációja, adatgyűjtés digitálisan.
- **GNSS vevő** – GPS/GLONASS/Galileo adatok rögzítésére.

9.2 Terepi mérési módszerek

Hagyományos módszerek

- Mérőszalaggal vagy mérőlánccal végzett távolságmérés.
- Irány- és szögmérés teodolittal.

Modern módszerek

- **Elektronikus távmérés (EDM)** – lézeres mérés.
- **GNSS-alapú mérés** – akár centiméter pontosság RTK technológiával.
- **Mobil GIS** – okostelefonos adatgyűjtés GPS-szel.

A terepmunka folyamata

Előkészítés

- Terület kiválasztása, cél meghatározása.
- Meglévő térképi adatok beszerzése.

Mérési terv készítése

- Mérési pontok helyének kijelölése.
- Használt műszerek és módszerek meghatározása.

Adatgyűjtés a terepen

- Koordináták rögzítése.

- Objektumok leírása, fotó dokumentáció.

Adatok ellenőrzése a helyszínen

- Hibás mérések azonnali javítása.

Adatok feldolgozása és feltöltése GIS-be.

A földrajzoktatásban a terepi mérés lehetőséget ad a diákoknak arra, hogy: Megtanulják a **műszerek kezelését**. Gyakorolják a **térképolvasást és tájékozódást**. **Valós adatokat** gyűjtsenek, majd ezeket számítógépen feldolgozzák.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Miért nélkülözhetetlen a terepi adatgyűjtés a térinformatikai munka során, még a legfejlettebb műholdas vagy drónos távérzékelés mellett is?
2. Milyen adatokat lehet csak helyszíni méréssel meghatározni, és miért nem szerezhetők be távérzékeléssel?
3. Mi a geodézia feladata, és hogyan kapcsolódik a GIS rendszerekhez?
4. Sorold fel a geodéziai mérések fő típusait és azok célját!
5. Milyen eszközöket alkalmaznak a geodéziai mérések során, és melyik mire szolgál?
6. Ismertesd a terepmunka fő lépéseit az előkészítéstől az adatok GIS-be való feltöltéséig!

Irodalom

1. Білокриницький С.М. (2011): Геодезія. Навч. посібник / С.М. Білокриницький. — Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. — 576 с.
2. Романчук С. В., Кирилюк В. П., Шемякін М. В. Р 69 Геодезія. Навчальний посібник. — К.: Центр учбової літератури, 2008. — 296 с.
3. Busics György (2010): Műholdas helymeghatározás 1. A GNSS-ről általában. Nyugat-magyarországi Egyetem; 2010. 18 p.
4. Busics György (2010): Műholdas helymeghatározás 2. GNSS alaprendszerek. Nyugat-magyarországi Egyetem; 2010. 19 p.
5. Kutassy Emese (2021): Geodéziai alapismeretek I. Nemzeti Közszerológati Egyetem. Vízstudományi Kar. Ludovika Egyetemi Kiadó. Budapest, 2021. 142 p.

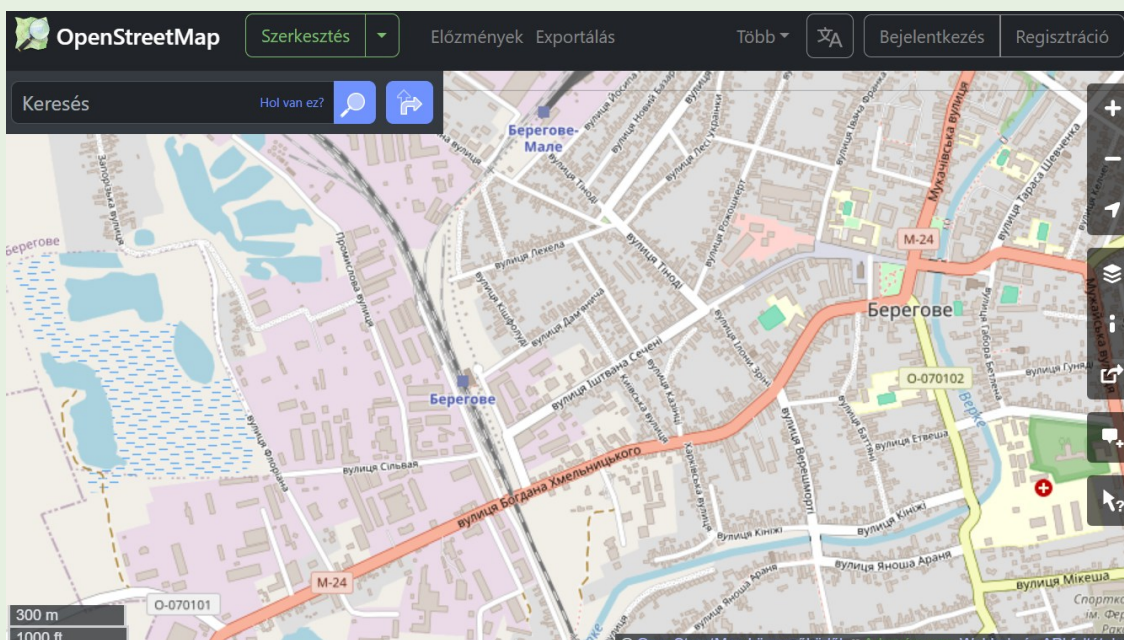
10. TÉMA

ONLINE ADATGYŰJTÉS – OPENSTREETMAP

A digitális korban a térképek már nem csupán statikus, nyomtatott dokumentumok, hanem **folyamatosan frissülő, interaktív adatbázisok**.

Az **online adatgyűjtés** a térinformatika egyik legdinamikusabban fejlődő területe, amely lehetővé teszi, hogy a felhasználók világszerte hozzájáruljanak a térképi tartalom bővítéséhez.

Az egyik legismertebb ilyen platform az **OpenStreetMap (OSM)**, amely a „térképek Wikipédiájaként” is ismert.



Az Openstreetmap kezelőfelülete

Az OpenStreetMap egy **nyílt forráskódú, közösségi térképkészítő projekt**, amelyet 2004-ben indított el Steve Coast az Egyesült Királyságban. Célja: **szabadon hozzáférhető és szabadon felhasználható** térképi adatok létrehozása az egész világra vonatkozóan.

Jellemzői:

Bárki szerkesztheti, frissítheti.

Az adatok nyílt licenc alatt érhetők el (Open Database License – ODbL).

A térképi adatok letölthetők és beépíthetők GIS rendszerekbe.

Az Openstreetmap a következő adatokból épül fel:

Saját GPS mérések (például okostelefonról vagy GPS-vevőről feltöltve).

Légi és műholdfelvételek (Bing Maps, Maxar, Esri).

Helyi tudás (utcanév, nyitvatartás, intézmények adatai).

Adatrögzítés folyamata

Bejelentkezés az OpenStreetMap felületére.

Szerkesztő kiválasztása (pl. iD Editor böngészőben, JOSM asztali alkalmazás).

Objektumok felvitele:

Pont (POI – point of interest, pl. kút, bolt, fa).

Vonal (út, folyó, kerékpárút).

Felület (park, tó, városrész).

Attribútumok hozzáadása (név, típus, egyéb jellemzők). **Mentés és publikálás.**

Az OSM adatai **számos GIS szoftverbe közvetlenül betölthetők**, például:

- **QGIS** – beépített OSM réteg letöltés.
- **ArcGIS** – OSM pluginok segítségével.
- **MobilGIS** alkalmazások – közvetlen OSM adatlekérés.

Az adatok **GPX, KML, SHP** vagy **GeoJSON** formátumban exportálhatók.

Az OSM előnye:

Teljesen ingyenes.

Folyamatosan frissül.

Közösségi ellenőrzés révén gyors hibajavítás.

Az OSM hátránya:

Egyes területeken hiányos lehet.

Eltérő minőség a különböző régiókban.

Vándál módosítások lehetősége (bár ritka és javítható).

A középiskolai és egyetemi földrajzoktatásban az OSM kiválóan alkalmas **projektfeladatok** lebonyolítására. A diákok feltérképezhetik az iskola környékét (utak, buszmegállók, zöldterületek). Közös online munka, ahol mindenki hozzájárul egy nagyobb térképi projekthez.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mi az OpenStreetMap, mikor és kinek a kezdeményezésére indult el?
2. Sorolj fel három fő adatforrást, amelyeket az OSM-ben felhasználnak a térképek készítéséhez!
3. Ismertesd röviden az OSM adatrögzítés folyamatát a bejelentkezéstől a mentésig!
4. Milyen objektumtípusokat lehet rögzíteni az OSM-ben, és adj mindegyikre példát!
5. Nevez meg legalább három OSM előnyt és két hátrányt!
6. Hogyan lehet felhasználni az OSM-et földrajzoktatásban? Mondj legalább két konkrét tanórai vagy projektpéldát!

Irodalom

1. Перші кроки в OpenStreetMap.org. <https://learnosm.org/uk/beginner/start-osm/>
2. OpenStreetMap Україна. Вільна мапа — створювати яку може кожен. <https://openstreetmap.org.ua/>
3. OSM Tippek. OpenStreetMap szerkesztés kezdőknek és haladóknak. <https://www.osmtippek.hu/kezdok-kezikonyve/adatok-gyujtese/>

11. TÉMA

ADATFORRÁSOK ÉS ADATMINŐSÉG

A geoinformatikai rendszerek (GIS) ereje az adatokban rejlik. Akármilyen fejlett szoftverekkel és hardverekkel dolgozunk, ha az adatok pontatlanok, hiányosak vagy félrevezetőek, a döntéseink is hibásak lesznek.

Nyílt adatportálok

Az utóbbi évtizedben egyre több **nyílt adatportál** vált elérhetővé, amelyek lehetővé teszik a kutatók, tervezők és diákok számára, hogy jogtisztan, megbízható és gyakran friss adatokat használjanak.

- **Copernicus Open Access Hub** – Műholdfelvételek (Sentinel-1, Sentinel-2 stb.) szabad letöltése és felhasználása
<https://scihub.copernicus.eu>
- **NASA Earthdata** – Idősoros globális környezeti adatok
<https://earthdata.nasa.gov>
- **Geoportal Міндовкілля** – Környezetvédelmi adatok
<https://geo.gov.ua>
- <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- **Natural Earth.** Free vector and raster map data at 1:10m, 1:50m, and 1:110m scales. <https://www.naturalearthdata.com/about/>

Metaadatok fontossága

A metaadat az „adat az adatról” – információt ad a forrásról, a készítés idejéről, módszeréről, vetületről, pontosságról.

Miért fontos?

Adatértelmezés – Tudjuk, hogyan készült, és mire alkalmas.

Összehasonlíthatóság – Különböző forrásból származó adatokat így lehet egységesíteni.

Forrásellenőrzés – Megítélhető a megbízhatóság.

Adathibák típusai

Forrásból eredő hibák

Elavult térképek

Hibás adatbevitel

Technikai hibák

GPS pontossági eltérések

Szoftveres kerekítési hibák

Logikai hibák

Hibás attribútum-adatok

Elcsúszott rétegek

Pontosság és megbízhatóság

Pontosság. Az adatok térbeli, időbeli és tematikus helyessége. Például egy GPS-mérés lehet ± 3 méter pontosságú.

Megbízhatóság. Mennyire hihetünk az adatoknak a forrás alapján. Egy hivatalos kormányzati adat általában megbízhatóbb, mint egy ismeretlen felhasználó által feltöltött.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mi a metaadat, és milyen fő elemei vannak?
2. Mi a különbség a pontosság és a megbízhatóság között?
3. Mondj példát forrásból eredő és technikai hibára!
4. Miért fontos a hibás adatok szűrése?

Irodalom

1. **Social Explorer** – adatvizualizációs és interaktív portál, amely lehetővé teszi térképek, diagramok, jelentések és letöltések készítését a céljaid eléréséhez; több száz-ezer beépített mutató felfedezése a demográfia, gazdaság, egészség, politika, környezet, bűnözés és más területeken; saját adatok hozzáadásának lehetősége.
2. **Natural Earth** – közkincs-ként elérhető térkép-adatbázis 1:10 millió, 1:50 millió és 1:110 millió méretarányban; szorosan integrált vektoros és raszteres adatok; az adatematikák három részletességi szinten érhetők el; minden méretarányhoz külön listázva kulturális, fizikai és raszteres kategóriák szerint.

3. **DIVA-GIS** – ingyenes ország-szintű térbeli adatok a világ bármely országához: közigazgatási határok, utak, vasutak, magasság, felszínborítás, népsűrűség; továbbá: globális éghajlati adatok, faj-előfordulási adatok, növényfajta-gyűjteményi adatok, közel globális 90 méteres felbontású domborzati adatok, valamint nagyfelbontású műholdfelvételek (LandSat), amelyek MrSid formátumban érhetők el és vizualizálhatók a DIVA-GIS-ben (UTM vetületekben).
4. **Earth Explorer (USGS)** – online kereső, felfedező és rendelő eszköz, amelyet az Amerikai Geológiai Szolgálat (USGS) fejlesztett; támogatja a műholdas, repülőgépes és más távérzékelési adatkészletek keresését interaktív és szöveges lekérdezések révén.
5. **EarthWorks** – a Stanford Egyetem által fenntartott portál; világméretű GIS adatok és térképek felfedezése és letöltése.
6. **World Wildlife Fund** – szabadon hozzáférhető természetvédelmi tudományos adatkészletek (ökorégiók, vízgyűjtők, folyómedrek stb.).
7. **GeoNetwork** – nyílt forráskódú adatbázis, amelyet a FAO fejlesztett; különféle GIS adatkészletek ingyenes letöltésére szolgál.
8. **Euratlas** – európai térképek és GIS adatok vektoros formátumban.
9. **OpenStreetMap (OSM)** – nyílt forráskódú projekt; önkéntes térképészek közössége építi és tartja fenn a világ számos jellemzőjére vonatkozó adatokat.
10. **MapCruzin** – GIS aggregációs portál, amely különféle földrajzi területekhez kínál adatkészleteket. Egyes állományok gyengébb minőségűek, mások viszont nagyon jók.



III. MODUL TÉRINFORMATIKAI ELEMZÉSEK ÉS MEGJELENÍTÉS

- 12. Téma. Adatbázis-kezelés a GIS-ben. Térbeli elemzések
- 13. Téma. Projekttervezés és kutatási módszerek a GIS-ben
- 14. Téma. Idősoros elemzések GIS-ben
- 15. Téma. Digitális domborzatmodellek (DEM)
- 16. Téma. Adatvizualizáció és prezentáció

12. TÉMA

ADATBÁZIS-KEZELÉS A GIS-BEN. TÉRBELI ELEMZÉSEK

12.1. Adatbázis-kezelés a GIS-ben

A térinformatikai rendszerek egyik alappillére az adatbázis-kezelés, mivel a térbeli objektumok nemcsak geometriai alakzattal rendelkeznek (pont, vonal, felület), hanem leíró adatokkal (attribútumok) is.

Ezek tárolására a **relációs adatbázisok** a legelterjedtebbek.

Meghatározás

A relációs adatbázis olyan adatszerkezet, amely **táblákba rendezett** adatokat tartalmaz. Minden tábla sorokból (rekordokból) és oszlopokból (mezőkből) áll. A táblák között **kapcsolatok** (relációk) hozhatók létre kulcsmezők alapján.

GIS-ben való szerepe

- A térbeli adatok (pl. poligon: településhatár) kapcsolódnak a leíró attribútumokhoz (pl. népesség, terület, közigazgatási besorolás).
- A felhasználó a térképi objektumra kattintva hozzáfér a teljes leíró információhoz.
- Az adatbázis segít **szűrésben, rendezésben, elemzésben**.

Példák: Településadatbázis (KSH), Földhasználati adatok (Corine Land Cover), Közlekedési hálózatok adatai (OpenStreetMap).

Attribútumtábla kezelése

Az attribútumtábla a GIS egyik legfontosabb munkafelülete.

Felépítése

- Sor: egy térbeli objektum (pl. egy település poligonja)
- Oszlop: egy jellemző (attribútum) – pl. *név, lakosság, terület_km2, megyekód*
- Elsődleges kulcs: egyedi azonosító (ID)

Alapműveletek QGIS-ben

- Oszlop hozzáadása, törlése
- Mezőtípusok: szöveg, egész szám, valós szám, dátum
- Adatbevitel kézzel vagy importálással (pl. CSV-ből)
- Mezők kiszámítása (pl. népsűrűség = népesség / terület_km2)

Jaras_uj – Összes elem: 6, Leszűrt: 6, Kiválasztott: 0

	ID	NAME_UA	NAME_RUS	NAME_LAT	KOATUU	CODET
1	2790,000000000...	Берегівська	Береговский	Beregszászi jaras	2110200000	81230100
2	3022,000000000...	Хустська	Хустский	Husztí jaras	2110800000	81230100
3	2904,000000000...	Рахівська	Праховский	Rahói jaras	2123610100	81230100
4	3062,000000000...	Мукачівська	Мукачевский	Munkacsi jaras	2110400000	81230100
5	2972,000000000...	Ужгородська	Ужгородский	Ungvári jaras	2110100000	81230100
6	3054,000000000...	Тячівська	Тячевский	Tecsoi jaras	2124410100	81230100

Minden elem megjelenítése

Attribútum tábla QGIS-ben

Tipikus hibák

- Hiányzó adatok (NULL értékek)
- Hibás formátum (szám helyett szöveg)
- Nem egyező kulcsmezők adatcsatlakoztatásnál

Egyszerű lekérdezések

A GIS-ben a lekérdezések a térképi adatok **szűrésére és kiválasztására** szolgálnak.

Lekérdezés típusai

- **Attribútum alapú:** pl. "népesség" > 50000
- **Térbeli lekérdezés:** pl. „Válaszd ki a 10 km-en belüli településeket a fővároshoz képest”

Lekérdezés QGIS-ben – példa 1

Layer → Select by Expression

Példakifejezés: "POPULATION" > 100000 AND "AREA" < 50

Eredmény:

Csak azok az objektumok maradnak kijelölve, amelyek megfelelnek a feltételnek.

Lekérdezés QGIS-ben – példa 2

Cél: Találjuk meg a megyében azokat a településeket, ahol **10 000 főnél több ember él.**

Lépések QGIS-ben

- Betöltjük a településhatárokat tartalmazó shapefile-t.
- Megnyitjuk az attribútum táblát.
- Lekérdezés: "NEPESSEG" > 10000
- Az eredményt új réteggént exportáljuk („Save Selected Features As...”).
- Térképi megjelenítés: nagyobb települések kiemelése színnel.

A lekérdezés gyors és hatékony módja annak, hogy releváns adatokat nyerjünk ki a teljes adatbázisból.

12.2. Térbeli elemzések

A térbeli elemzések a GIS egyik legfontosabb funkciócsoportját jelentik. Segítségükkel a meglévő téradatokból új, döntéshozatalt segítő információkat nyerhetünk ki. Az elemzések során nem csupán a térképi megjelenítés, hanem a mögöttes adatok feldolgozása és logikai összekapcsolása történik meg.

Az egyik leggyakrabban alkalmazott módszercsoport a **térbeli relációk vizsgálata**: milyen kapcsolat van két objektum között a térben? Ennek tipikus eszközei a **pufferzónák** és a **térbeli logikai műveletek** (metszés, unió, különbség).

12.2.1 Pufferzóna készítés

A pufferzóna egy adott objektum (pont, vonal vagy poligon) köré meghatározott távolságra létrehozott terület.

Példák: Egy iskola körül 500 méteres körzet meghatározása. Egy folyó partjától számított 100 méteres védősáv. Közlekedési csomópontok környezetének vizsgálata.

Pufferzónák típusai

- **Egyszeres puffer:** egy meghatározott távolságra létrejövő zóna.
- **Többszörös puffer:** több, koncentrikus zóna (pl. 500 m, 1000 m, 1500 m).
- **Oldalirányú puffer** (vonalaknál): csak a vonal egyik oldalára készül.

A pufferzónák alkalmasak védőterületek kijelölésére, hatásvizsgálatokra, környe-

zetvédelmi kockázatbecslésre.

12.2.2. Metszés, unió, különbség műveletek

Metszés (Intersect)

Két réteg azon területeit jeleníti meg, amelyek mindkettőben megtalálhatók.

Példa: A települések és a természetvédelmi területek metszésével megkapjuk azokat a településrészeket, amelyek védett zónában vannak.

Unió (Union)

Két réteg területének egyesítése úgy, hogy mindkettő információja megmarad.

Példa: Két különböző adatforrásból származó zöldterületek egyesítése.

Különbség (Difference)

Az első réteg azon területeit adja meg, amelyek nem tartoznak a második rétegbe.

Példa: A településekből kivonjuk az ipari övezeteket.

Ezek a logikai műveletek a térbeli adatfeldolgozás alapkövei, és minden komolyabb GIS-elemzésben megjelennek. Felhasználási példák:

- **Környezetvédelem:** szennyező források körüli veszélyzónák meghatározása.
- **Várostervezés:** új játszótér helyszínének kiválasztása lakóövezeti puffer alapján.
- **Közlekedésbiztonság:** baleseti gócpontok környezetének elemzése.
- **Egészségügy:** kórházak ellátási körzeteinek meghatározása.

12.2.3. Hálózatelemzés és útvonaltervezés

A hálózatelemzés olyan GIS művelet, amely a térképi vonalhálózatot gráfként értelmezi, ahol:

- **Csúcsok (nodes):** útkereszteződések, állomások, elágazások.
- **Élek (edges):** utak, vasútvonalak, csatornák.

A gráf elemeihez jellemzőket rendelünk:

Hossz (m, km).

Menetidő (perc, óra).

Költség (üzemanyag, díj).

Kapacitás (járművek száma).

A hálózatelemzés algoritmusokkal dolgozik, amelyek képesek kiszámítani a legrö-

videbb vagy leggyorsabb útvonalat.

Útvonaltervezési típusok

- **Legrövidebb út:** a legkisebb távolság két pont között.
- **Leggyorsabb út:** a legkisebb menetidő figyelembevételével (sebességkorlátozások, forgalom).
- **Legkisebb költségű út:** díjak, üzemanyagköltség, útdíj figyelembevételével.
- **Többpontos útvonal:** több megálló kiszolgálása optimális sorrendben (útvonal-optimalizálás, pl. csomagszállítás).

12.2.4. Optimális hely kiválasztása

Az optimális hely kiválasztása (location analysis) egy olyan térbeli elemzés, amely a kijelölt feltételek alapján meghatározza, hol érdemes egy új létesítményt elhelyezni.

Szempontok

- **Elérhetőség:** a célcsoport gyorsan megközelíthesse.
- **Infrastruktúra:** közlekedési csomópontok közelsége.
- **Környezeti hatások:** zajterhelés, zöldterületek védelme.
- **Jogszabályi korlátozások:** védett területek kizárása.

Módszerek

- **Pufferzónák és hálózatelemzés kombinálása:** elérhetőség + távolság vizsgálata.
- **Súlyozott pontozás:** több kritérium kombinálása súlyokkal.
- **Multi-criteria decision analysis (MCDA):** döntéstámogató módszertan komplex projektekhez.

Példa: legrövidebb út kiszámítása

Feladat: Találd meg a legrövidebb útvonalat a város egyik iskolájától a sportközpontig.

Adatforrások:

Úthálózat (vonalas réteg).

Iskolák helyzete (pont réteg).

Sportlétesítmények helyzete (pont réteg).

Lépések QGIS-ben:

- Úthálózat topológiai ellenőrzése (nincs hiányzó kapcsolat).

III. MODUL. TÉRINFORMATIKAI ELEMZÉSEK ÉS MEGJELENÍTÉS

- Hálózat létrehozása „Network Analyst” vagy „Road Graph” plugin segítségével.
- Cél- és kiindulópont kijelölése.
- Algoritmus futtatása (Dijkstra).

Eredmény: térképen megjelenített útvonal + távolság és menetidő adatok.

Megjegyzés: A valós idejű forgalmi adatok bevonásához online API (pl. OpenRouteService, Google Directions API) használható.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

- 1.Mi a relációs adatbázis lényege, és hogyan épül fel egy tábla?
- 2.Miért kulcsfontosságú az attribútumtábla a GIS-ben, és milyen elemekből áll?
- 3.Mit nevezünk elsődleges kulcsnak, és mi a szerepe az adatbázisban?
- 4.Hogyan lehet egy egyszerű attribútum alapú lekérdezést végrehajtani QGIS-ben? Mondjon példát!
- 5.Milyen hibák fordulhatnak elő gyakran attribútumtáblák kezelésénél, és hogyan lehet ezeket kiszűrni?
- 6.Ismertesse a pufferzóna fogalmát, és adjon rá két gyakorlati példát!
- 7.Hogyan használható a GIS-adatbázis kezelése középiskolai tanórán? Mondjon két diákfeladat példát!
- 8.Milyen különbség van a metszés (Intersect), az unió (Union) és a különbség (Difference) műveletek között? Mutasson be egy gyakorlati példát!
- 9.Milyen szempontokat kell figyelembe venni az optimális hely kiválasztásakor GIS-ben?

Irodalom

1. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
2. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. <https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/>

PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf

3. Varga Ágnes (2017): Digitalizálás. Népsűrűségi és úthálózati térkép készítése ArcGIS 10-ben. Oktatási segédlet. Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet Budapesti Corvinus Egyetem. https://agivarga.web.elte.hu/GIS1_2_tutorial_digitalizalas.pdf
4. **OpenStreetMap** – Hálózati adatok szabad felhasználásra: <https://www.openstreetmap.org>
5. **QGIS Documentation – Network Analysis Tools**: https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/network_analysis.html
6. **OpenRouteService** – Útvonaltervezés nyílt adatokkal: <https://openrouteservice.org>
7. **Google Maps Platform – Directions API**: <https://developers.google.com/maps/documentation/directions>
8. **Copernicus Land Monitoring Service** – Várostervezési adatforrások: <https://land.copernicus.eu>
9. **ArcGIS Network Analyst** – ESRI hálózatelemzési modul: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-network-analyst/overview>

13. TÉMA.

PROJEKTTERVEZÉS ÉS KUTATÁSI MÓDSZEREK A GIS-BEN

13.1. Projekttervezés GIS-ben

A geoinformatikai projektek komplexitása miatt a tervezési folyamat alapvető fontosságú. Egy GIS-projekt sikerét nagymértékben meghatározza az előzetes célmeghatározás, a megfelelő erőforrások biztosítása és az időkeretek reális megállapítása.

- **GIS projektpéldák:** városi közlekedési térkép frissítése, erdőborítás változásának nyomon követése, árvízveszély-térképezés.
- **Oktatási szempontból:** a projekttervezés fejleszti a hallgatók problémamegoldó képességét, csapatmunkáját és digitális készségeit.

A projektciklus GIS-ben

Projektciklus szakaszai

- **Kezdeményezés** – probléma vagy igény azonosítása.
- **Tervezés** – célok, módszerek és erőforrások meghatározása.
- **Végrehajtás** – adatgyűjtés, feldolgozás, elemzés és térképkészítés.
- **Ellenőrzés és értékelés** – a projekt előrehaladásának nyomon követése.
- **Zárás** – eredmények átadása, dokumentálása és archiválása.

Tervezés lépései

a) Célmeghatározás

- **Konkrét:** Pl. „Készítsünk tematikus térképet a település zöldfelületeiről”.
- **Mérhető:** Az elkészült térképen minimum 95%-os adatfedettség legyen.
- **Reális:** Adatok és eszközök rendelkezésre állnak.

b) Módszertan kiválasztása

- **Térbeli adatgyűjtés:** terepmunka, műholdfelvételek, nyílt adatportálok.
- **Adatfeldolgozás:** QGIS, ArcGIS, GRASS GIS.
- **Elemzési módszerek:** pufferzóna, hálózatelemzés, idősoros összehasonlítás.

c) Kockázatelemzés

- Adathiány vagy hibás adatok előfordulása.
- Technikai meghibásodások.
- Időbeli csúszások.

Erőforrások és időkezelés

Erőforrás-típusok

- **Humán erőforrás:** hallgatók, oktatók, szakértők.
- **Technikai erőforrás:** számítógépek, GPS, drón, szoftverlicenckek.
- **Pénzügyi erőforrás:** pályázati források, intézményi támogatás.

Időtervezés

- **Gantt-diagram** használata a feladatok ütemezésére.
- Fontos a **mérőföldkövek** beépítése: pl. adatgyűjtés befejezése, első térképes prototípus elkészítése.

13.2. Kutatási módszerek GIS-ben

A térinformatika (GIS) az elmúlt évtizedekben az egyik legdinamikusabban fejlődő tudományterület lett, amely a földrajz, a térképészet, az informatika, a statisztika és a műszaki tudományok határterületén helyezkedik el. A GIS-alapú kutatás nemcsak a meglévő térbeli jelenségek leírására alkalmas, hanem a folyamatok modellezésére és előrejelzésére is.

A **kutatási módszerek ismerete** kulcsfontosságú minden hallgató számára, aki a GIS-t tudományos, mérnöki vagy társadalmi célokra kívánja használni.

GIS a tudományos kutatásban

A GIS-es kutatás lehet:

- **Leíró** – például egy adott térség talajminőségének felmérése.
- **Analitikus** – például a közlekedési hálózat torlódásainak vizsgálata.
- **Prediktív** – például árvíz-kockázati modellek készítése.

A kutatás célja lehet **akadémiai** (publikáció, szakdolgozat), **alkalmazott** (projektek, fejlesztések) vagy **oktatási** (diákok bevonásával készített vizsgálatok).

A kutatási folyamat lépései GIS-ben:

1. **Kutatási kérdés megfogalmazása.** Példa: „Hogyan változott a város zöldfelület-arányának kiterjedése az elmúlt 20 évben?”
2. **Szakirodalmi áttekintés.** Meglévő tanulmányok, módszerek, adatforrások feltérképezése.
3. **Adatgyűjtés és -feldolgozás.** Saját mérések, nyílt adatportálok, műholdfelvételek, térképek.
4. **Elemzés.** GIS-eszközök (pl. QGIS, ArcGIS) használata, statisztikai módszerek.
5. **Eredmények bemutatása.** Tematikus térképek, grafikonok, infografikák, interaktív felületek.
6. **Következtetések és javaslatok.** A kutatási kérdésre adott válasz és a további kutatási irányok.

Miért különleges a GIS-kutatás?

- **Multidiszciplináris megközelítés:** egyaránt igényel földrajzi, informatikai és elemzési készségeket.
- **Tér-idő dimenzió kezelése:** képes egyszerre térbeli és időbeli változásokat vizsgálni.
- **Látványos prezentáció:** az eredmények könnyen értelmezhetők interaktív térképek segítségével.

13.3 Tudományos publikációk feldolgozása GIS-ben

A GIS-alapú kutatások megbízhatósága nagymértékben függ attól, hogy a kutató milyen szakirodalomra támaszkodik. A tudományos publikációk segítenek:

- Megérteni a korábbi vizsgálatok módszereit és eredményeit.
- Azonosítani az aktuális kutatási trendeket.
- Elkerülni a módszertani hibákat.
- Megalapozni a saját kutatás relevanciáját.

Ezek lehetnek:

- **Folyóiratcikkek** (pl. *International Journal of Geographical Information Science*).
- **Konferencia-előadások** (pl. *AGILE Conference on GIS*).

- **Könyvfejezetek** (témaszpecifikus összefoglalók).
- **Disszertációk és szakdolgozatok** (pl. egyetemi repozitóriumokból).

Publikációkeresési módszerek

a) Tudományos keresőmotorok

- **Google Scholar** (<https://scholar.google.com>)
Előnye: gyors, sok forrás, hivatkozásszám megjelenítése.
Hátránya: a találatok között lehetnek nem teljes szövegű anyagok.
- **Scopus** (<https://www.scopus.com>)
Előnye: magas minőségű, lektorált anyagok, idézettségi adatok.
Hátránya: előfizetéshez kötött.
- **Web of Science** (<https://www.webofscience.com>)
Előnye: multidiszciplináris adatbázis, idézettségi hálózatok elemzése.
Hátránya: szintén előfizetéses.
- **BASE** (<https://www.base-search.net>)
Nyílt hozzáférésű kereső, sok egyetemi repozitóriummal.

A geoinformatikai kutatások alapja a megbízható és releváns szakirodalom, adatok és módszertani források felkutatása. A forráskeresés nem csupán publikációk megtalálását jelenti, hanem a **téradatok**, **térképek**, **adatbázisok** és **szoftverek** megfelelő hivatkozását is. Egy jól felépített kutatásban a források ellenőrizhetősége és az adatok jogszerű felhasználása alapvető követelmény.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Miért alapvető fontosságú a projekttervezés a geoinformatikai (GIS) projektekben?
2. Sorold fel a GIS-projektciklus fő szakaszait!
3. Adj egy példát a projekttervezésben megfogalmazott konkrét, mérhető és reális célkitűzésre!
4. Milyen módszerekkel gyűjthetünk térbeli adatokat egy GIS-projekt során?
5. Milyen típusú erőforrásokat különböztetünk meg a GIS-projektekben? Nevez meg legalább hármat!

6. Miért hasznos a Gantt-diagram a projektidő-tervezésben?
7. Milyen típusú kutatásokra alkalmazható a GIS (leíró, analitikus, prediktív)? Mondj mindegyikre egy példát!
8. Melyek a GIS-alapú kutatás folyamatának fő lépései a kutatási kérdés megfogalmazásától a következtetésekig?
9. Miért különleges a GIS-kutatás a multidiszciplináris megközelítés és a tér-idő dimenzió szempontjából?
10. Nevezd meg legalább három tudományos forrást vagy keresőmotort, amely a GIS-es publikációk feldolgozásához használható, és írd mellé egy-egy előnyüket!

Irodalom

1. Костріков С. В., Сегіда К. Ю. (2016): Теоретична і прикладна геоінформатика Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна. Харків.
2. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
3. Світличний О.О., Плоницький С.В. (2025): Основи геоінформатики. Навчальний посібник. Суми. ВТД «Університетська книга», 2025. 294.
4. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
5. Google Scholar – <https://scholar.google.com>
6. Scopus – <https://www.scopus.com>
7. Web of Science – <https://www.webofscience.com>
8. BASE – <https://www.base-search.net>
9. ESRI Publications – <https://www.esri.com/en-us/about/newsroom/>
10. OpenAIRE – <https://www.openaire.eu>
11. ResearchGate – <https://www.researchgate.net>

12. Copernicus Open Access Hub – <https://scihub.copernicus.eu>

14. TÉMA

IDŐSOROS ELEMZÉSEK GIS-BEN

14.1. Változások nyomon követése GIS-ben

Az idősoros elemzés a térinformatikában (GIS) olyan módszer, amely lehetővé teszi **egy adott terület jellemzőinek időbeli változásának vizsgálatát**. Ez a módszer kulcsfontosságú a környezetvédelem, várostervezés, mezőgazdaság, erdészet és társadalomföldrajz területén, hiszen segít:

- azonosítani a **tendenciákat**,
- felismerni a **változási mintázatokat**,
- előre jelezni a **jövőbeni folyamatokat**.

Az idősoros elemzés alapelvei

- **Időbeli dimenzió:** a GIS-ben az adatok nemcsak térbeli, hanem időbeli információkat is tartalmaznak.
- **Időbélyeg (timestamp):** minden adat- vagy képfelvétel egy adott időponthoz köthető.
- **Összehasonlító elemzés:** több időpontból származó adatok egymásra helyezése (overlay) segítségével feltárhatók a változások.

Tipikus alkalmazási területek

- **Környezeti változások követése** – erdőirtás, vízfelületek változása, tengerszint-emelkedés.
- **Városfejlődés vizsgálata** – új lakónegyedek, ipari parkok megjelenése.
- **Mezőgazdasági monitoring** – termőterületek kiterjedésének és állapotának nyomon követése.
- **Katasztrófa utáni helyreállítás** – árvíz, földrengés vagy erdőtűz utáni helyzet felmérése.

Módszerek és eszközök

- **Műholdképek idősorai** (pl. Sentinel-2, Landsat).
- **Légi felvételek** (archív és friss adatok összevetése).
- **Terepi GPS-adatok** (ismételt felmérések azonos helyszíneken).
- **QGIS Time Manager plugin** – időbeli vizualizáció készítésére.

Példa – Erdőborítás változásának nyomon követése

- Letöltés: Sentinel Hub vagy Copernicus Open Access Hub archív és aktuális felvételei.
- Feldolgozás: NDVI számítása mindkét időpontra.
- Összehasonlítás: NDVI-különbség térkép készítése, ami kimutatja a vegetáció csökkenését vagy növekedését.

14.2. Idősoros műholdképek összehasonlítása

Az idősoros műholdképek összehasonlítása a térinformatikai elemzések egyik alapvető módszere, amely lehetővé teszi, hogy **egy adott terület felszínének változásait térben és időben vizsgáljuk.**

Ennek a megközelítésnek nagy jelentősége van:

- **Környezeti monitoring** – erdőirtás, tófelület változása, gleccserolvadás.
- **Városfejlődés nyomon követése** – új építkezések, ipari zónák megjelenése.
- **Katasztrófa-elemzés** – árvíz, földrengés vagy tűz hatásainak értékelése.
- **Mezőgazdasági vizsgálatok** – vegetációs ciklusok, terméshozam becslés.

Az összehasonlítás alapelvei

A műholdfelvételek összehasonlításának lényege:

- **Azonos terület kiválasztása** – ugyanazon koordinátákra eső képek.
- **Azonos vetület és felbontás** – a térbeli összeilleszthetőség érdekében.
- **Azonos vagy hasonló szenzor** – a spektrális különbségek minimalizálásához.
- **Időbélyeg alapján történő rendezés** – a változások kronológiai sorrendben láthatók.

Adatforrások

Nyílt forrású műholdképek:

Landsat (30 m felbontás, 1972-től napjainkig, USGS EarthExplorer)

Sentinel-2 (10–20 m felbontás, 2015-től, Copernicus Open Access Hub)

MODIS (naponta frissített, globális felvételek)

Fizetős, nagy felbontású források:

PlanetScope (3–5 m)

WorldView-3 (<1 m)

Lépések az idősoros műholdképek összehasonlításához

1. Adatgyűjtés

Az adott terület és időszak kiválasztása.

Felhőborítottság ellenőrzése (max. 10–20% ajánlott).

2. Előfeldolgozás

Geometriai korrekció (vetület, torzítások javítása).

Radiometriai korrekció (fényviszonyok és szenzorhibák korrekciója).

Felhőmaszkolás (pl. Sentinel-2 Cloud Mask).

3. Elemzés

RGB kompozitok készítése (pl. hamisszínes: 8-4-3 Sentinel-2-nél vegetáció kiemelésére).

NDVI vagy más index számítása mindkét időpontra.

Különbségtérkép készítése (Change Detection).

4. Eredmények megjelenítése

Különbségtérkép színskálázása (piros: csökkenés, zöld: növekedés).

Idősoros animáció készítése QGIS Time Controller vagy EO Browser segítségével.

14.3. Példa: Városnövekedés vizsgálata műholdképekkel

A városnövekedés vizsgálata a **térinformatika és távérzékelés egyik leggyakrabban használt felhasználása**, mivel a települések folyamatosan változnak a gazdasági fejlődés, népességnövekedés, iparosodás és infrastrukturális beruházások hatására. A műholdfelvételek idősoros elemzése segítségével:

- pontosan azonosíthatók az új beépített területek,
- mérhető a növekedés mértéke,
- tervezhetők a jövőbeli fejlesztések.

Vizsgált terület

Beregszász városát választjuk mintaként, mivel:

- A főiskola főépülete és az oktatás helyszíne itt található, helyszíni adatgyűjtés szempontjából a legkézenfekvőbb

- az utóbbi években különböző pontjain új épületek épültek.

Adatforrás

A vizsgálathoz **Sentinel-2** műholdfelvételeket használunk:

Időpontok: **2016. június** és **2024. június** (felhőmentes nyári képek).

Forrás: **Copernicus Open Access Hub** (<https://scihub.copernicus.eu>)

Felbontás: 10 méter (látható és közeli infravörös sávok).

Módszertan lépésről lépésre

1. Adatletöltés

A Copernicus portálon beállítjuk a keresési feltételeket (terület, idő, felhőborítottság <10%).

Letöltjük a képeket L2A formátumban (felszíni reflektancia adatokkal).

2. Előfeldolgozás

Vetület egységesítése: mindkét időpont WGS 84 / UTM 34N.

Kivágás: csak Beregszász közigazgatási területe.

Felhőmaszkolás: Sentinel-2 beépített SCL (Scene Classification Layer) használatával.

3. Beépített területek kiemelése

Használjuk az **NDBI (Normalized Difference Built-up Index)** mutatót:

$$\text{NDBI} = \frac{\text{SWIR} - \text{NIR}}{\text{SWIR} + \text{NIR}}$$

Sentinel-2 sávok: SWIR = Band 11, NIR = Band 8.

Magas NDBI érték = épített környezet.

4. Különbségtérkép készítése

2024 NDBI – 2016 NDBI = változás mértéke.

Színskála:

Piros: új beépített terület.

Zöld: csökkenő beépítettség (ritka esetek, pl. bontás).

Szürke: változatlan területek.

5. Eredmények értékelése

A piros zónák főként a város keleti és déli peremén jelennek meg.

A túrizmusra épülő ingatlanok megjelenése a város keleti részén (Pacsirta gyógyfürdő terjeszkedése, A termálfürdők környékén új üdülőkörök, épületek

megjelenése.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mit értünk idősoros elemzés alatt a GIS-ben, és miért fontos ez a módszer?
2. Nevezd meg három tipikus alkalmazási területet, ahol az idősoros elemzés elengedhetetlen!
3. Hogyan segíti az időbélyeg (timestamp) a térinformatikai adatok elemzését?
4. Milyen adatforrásokat használhatunk idősoros elemzésekhez? Sorolj fel legalább kettőt nyílt és egy fizetős forrást!
5. Melyek az idősoros műholdképek összehasonlításának alapelvei?
6. Írd le az idősoros műholdképek elemzésének fő lépéseit az adatgyűjtéstől az eredmények megjelenítéséig!
7. Milyen indexet használhatunk az erdőborítás változásának kimutatására, és hogyan alkalmazzuk?
8. Hogyan mutatható ki a városnövekedés az NDBI index segítségével?
9. A Beregszász példánál milyen időpontokból származó Sentinel-2 műholdfelvételeket használtak, és miért éppen ezeket?
10. Milyen eredményeket mutatott ki a Beregszász városán végzett idősoros elemzés, különösen a keleti városrészekben?

Irodalom

1. Костріков С. В., Сегіда К. Ю. (2016): Теоретична і прикладна геоінформатика Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна. Харків.
2. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
3. Світличний О.О., Плоницький С.В. (2025): Основи геоінформатики. Навчальний посібник. Суми. ВТД «Університетська книга», 2025. 294.

4. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
5. **Copernicus Open Access Hub:** <https://scihub.copernicus.eu>
6. **USGS EarthExplorer:** <https://earthexplorer.usgs.gov>
7. **EO Browser** – <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>
8. **Google Earth Engine** – <https://earthengine.google.com>
9. **QGIS Time Manager** – ingyenes bővítmény idősoros elemzéshez.

15. TÉMA

DIGITÁLIS DOMBORZATMODELLEK (DEM)

15.1. A DEM fogalma és jelentősége

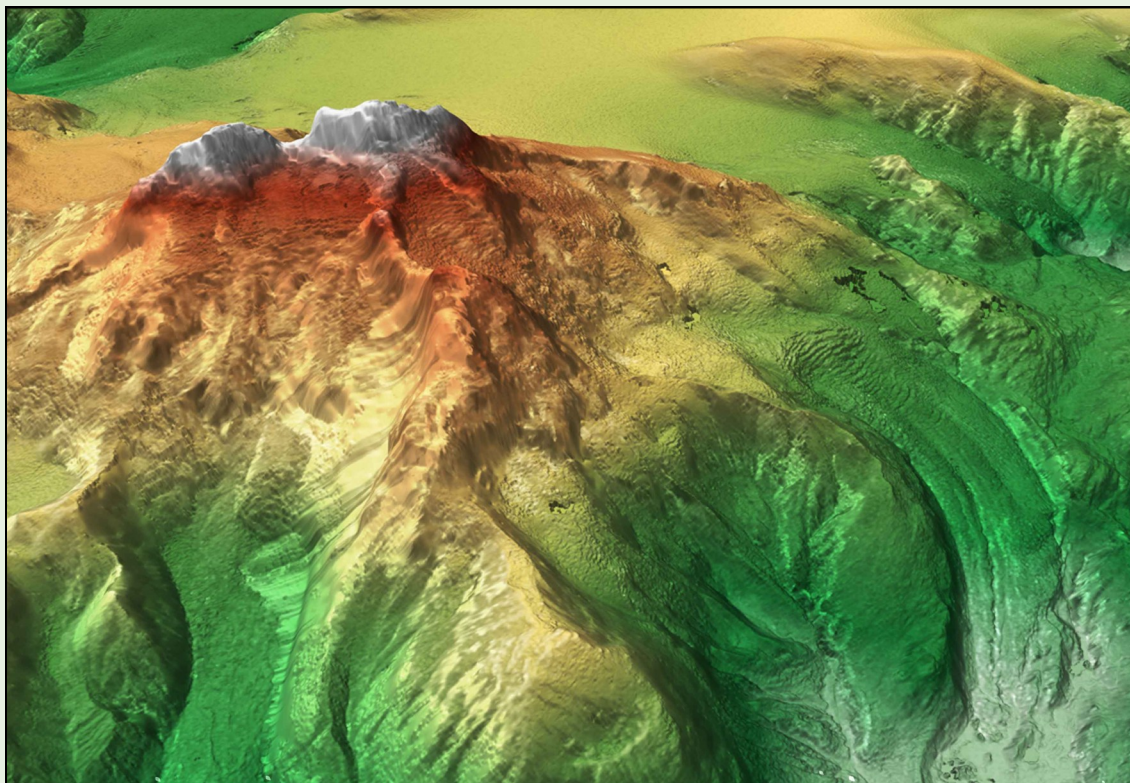
A **digitális domborzatmodell (DEM—Digital Elevation Model)** a Föld felszínének magassági viszonyait ábrázoló, számítógéppel feldolgozható adatállomány. Minden egyes pontjához három alapvető érték kapcsolódik:

X: földrajzi vagy vetületi koordináta (keleti irány),

Y: földrajzi vagy vetületi koordináta (északi irány),

Z: magasságérték (tengerszint felett vagy más referencia alapján).

A DEM célja, hogy **a domborzat formáit digitális térbeli modellként rögzítse**, így lehetővé téve az adatok számítógépes feldolgozását, elemzését és vizualizációját.



Digitális domborzatmodell (DEM)

A DEM, DSM, DTM közötti különbségek

- **DEM** – gyűjtőfogalom minden digitális magassági modellre.
- **DTM (Digital Terrain Model)** – a talajfelszín topográfiáját ábrázolja, minden zavaró objektum (épületek, növényzet) nélkül.
- **DSM (Digital Surface Model)** – a felszíni objektumokat is tartalmazza (pl. fák, épületek teteje).

Példa: városi területen a DSM magában foglalja a házak tetejét, a DTM viszont az utcák és a talajfelszín magasságát mutatja.

Miért fontos a földrajzban és a geoinformatikában?

- **Fizikai földrajz:** geomorfológiai formák elemzése (pl. völgyek, hegygerincek).
- **Környezettudomány:** talajerózió, vízgyűjtő területek modellezése.
- **Mérnöki alkalmazások:** útvonaltervezés, infrastruktúra-fejlesztés.
- **Katasztrófavédelem:** árvíz- és földcsuszamlás veszélyeztetett zónáinak azonosítása.

15.2. A DEM adatforrásai és előállítása

a) Távérzékelési adatok

- **Műholdas radar (SAR)** – pl. SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) 30 m-es globális felbontással.
- **Optikai műholdak** – pl. ASTER GDEM, Sentinel-2 fotogrammetriai módszerekkel.
- **Légi LiDAR** – lézeres letapogatás, akár 0,5 m pontosság.

b) Fotogrammetria

A légifotók és drónfelvételek **sztereó képpárjainak feldolgozásával** magassági modell készíthető. Ez különösen alkalmas kis területek nagy részletességű felmérésére.

c) Geodéziai mérések

- **GPS RTK** – valós idejű kinematikus GPS-mérés centiméteres pontossággal.
- **Total station** – lézeres távmérő geodéziai műszer.
- **Digitális szintezés** – magassági referencia meghatározásához.

d) Papírtérképek digitalizálása

Régi szintvonalas térképek beszkennelese, georeferálása, majd **interpolációval** DEM létrehozása.

15. 3. DEM adattípusok: Rácsos és TIN

a) Rácsos (Raster) DEM

A terep **pixelek rácsába** rendezve, minden pixelben egy magassági értékkel.

- Előny:** egyszerű, gyors feldolgozás, könnyen kombinálható műholdképekkel.
- Hátrány:** nagy adatméret nagy felbontás esetén; a részletek leképzése a felbontástól függ. **Példa:**

SRTM DEM – globális lefedés, 30 m pixelméret.

EU-DEM – 25 m felbontás Európára.

b) TIN (Triangulated Irregular Network)

Szabálytalan eloszlású pontokat összekötő háromszögháló. A háromszögek csúcsain magassági értékek vannak.

- Előny:** hatékony adattárolás, részletes leképezés ott, ahol nagy magasságváltozás van.
- Hátrány:** bonyolultabb feldolgozás, speciális szoftvert igényel.

c) Átalakítás

TIN → Raster: interpolációval, minden pixelbe magassági érték.

Raster → TIN: pixelközéppontokból háromszögháló generálása.

15.4. DEM elemzési lehetőségek

a) Árnyékolt domborzat (Hillshade)

A fény beesési irányát és magasságát figyelembe véve készített árnyékolt kép.

Javítja a domborzati elemek vizuális megértését.

b) Szintvonalak generálása

A DEM-ből automatikusan kiszámíthatók. A szintköz (pl. 5 m, 10 m) a terep tagoltságától függ.

c) Lejtés és kitettség

Lejtés: a terep dőlésszöge.

Kitettség: a lejtő iránya (É, D, K, Ny).

Fontos agrárkutatásban (pl. napsütéses órák becslése), ökológiában, várostervezésben.

d) Hidrológiai elemzések

Lefolyási útvonalak modellezése. Vízigyűjtő területek kijelölése.

15.5. Lejtés- és kitettség térkép készítése QGIS-ben

Lépések:

- Nyisd meg a QGIS-t és tölts be egy DEM-et (pl. SRTM vagy EU-DEM).
- **Raster → Terrain Analysis → Slope** menüben lejtéstérkép generálása.
- **Raster → Terrain Analysis → Aspect** menüben kitettség térkép készítése.
- Színskála beállítása (pl. piros = meredek, zöld = enyhe lejtés).
- Kombinálás más rétegekkel (pl. növényzeti térkép).

Pl.: Hallgatók vizsgálják meg, hogy a lejtés és a kitettség hogyan befolyásolja a szőlőültetvények elhelyezkedését egy borvidéken.

Gyakorlatok

- **Google Earth Pro** – egyszerű 3D domborzat-megjelenítés.
- **QGIS 3D View** – interaktív forgatható terepmodell.
- **Open DEM adatforrások** – pl. Copernicus EU-DEM, NASA SRTM, USGS EarthExplorer.

Pl.: A hallgatók készítsenek interaktív túraútvonaltervet, ahol a domborzati adatok alapján jelölik a nehézségi fokot.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

- 1.Mit jelent a DEM fogalma, és milyen három alapértéket tartalmaz minden pontja?
- 2.Miben különbözik a DEM, a DTM és a DSM egymástól? Mondj rájuk példát!
- 3.Sorolj fel legalább három területet, ahol a DEM különösen fontos szerepet játszik!
- 4.Milyen fő adatforrásokból állítható elő DEM? Adj rájuk konkrét példát!
- 5.Hogyan készíthető DEM fotogrammetriai módszerekkel?
- 6.Ismertesd a rácsos (Raster) és a TIN alapú DEM közötti különbségeket előnyök és hátrányok szerint!
- 7.Mit jelent a „Hillshade” (árnyékolt domborzat), és miért hasznos a domborzat értel-

mezésében?

8. Hogyan számíthatók ki a lejtés és a kitettség értékei, és miért fontosak ezek az agrár- és ökológiai kutatásokban?

9. Milyen hidrológiai elemzések végezhetők DEM segítségével?

10. Milyen lépések szükségesek a lejtés- és kitettség térkép készítéséhez QGIS-ben?

Irodalom

1. Костріков С. В., Серіда К. Ю. (2016): Теоретична і прикладна геоінформатика Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна. Харків.
2. Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
3. Світличний О.О., Плоницький С.В. (2025): Основи геоінформатики. Навчальний посібник. Суми. ВТД «Університетська книга», 2025. 294.
4. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
5. NASA Earthdata DEM resources: <https://earthdata.nasa.gov/>
6. USGS Earth Explorer: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
7. Copernicus EU-DEM: <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem>
8. QGIS Official Documentation: <https://docs.qgis.org/>

16. TÉMA

ADATVIZUALIZÁCIÓ ÉS PREZENTÁCIÓ

Az adatvizualizáció a térinformatikai munka egyik legfontosabb záró lépése: a nyers adatok elemzése és feldolgozása után olyan formában kell bemutatnunk az eredményeket, hogy azok **érthetőek, esztétikusak és meggyőzőek** legyenek a célközönség számára. A prezentációs térképek, diagramok és infografikák nem csupán illusztrációk, hanem **információs eszközök**, amelyek támogatják a döntéshozatalt, az oktatást és a kommunikációt.

16.1. Prezentációs térképek készítése

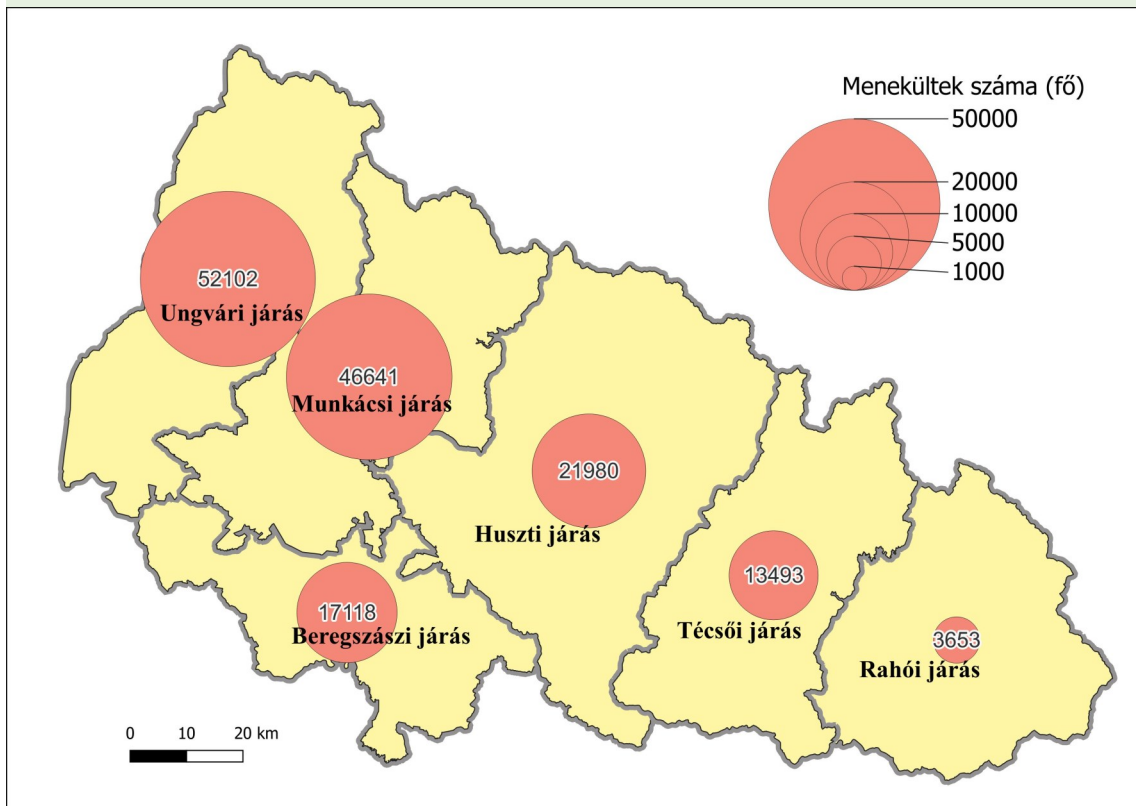
A **prezentációs térkép** olyan tematikus térkép, amelynek elsődleges célja az **információk szemléletes, érthető és esztétikus bemutatása**. A prezentációs térkép nem részletes elemző munkaeszköz, hanem vizuális üzenetközvetítő, amely a hallgatóság számára érthetően és gyorsan közvetíti a legfontosabb információkat.

Jellemzői:

- **Kommunikációs eszköz:** nem a kutatói elemzés részleteit, hanem a végeredményt, a legfontosabb információkat hangsúlyozza.
- **Egyszerűsített tartalom:** csak a lényegi adatok jelennek meg rajta, a felesleges részleteket elhagyja.
- **Grafikai kiemelés:** színekkel, jelkulcsokkal, piktogramokkal, árnyalással segíti a gyors értelmezést.
- **Célközönség-orientált:** a laikus közönség, döntéshozók vagy hallgatóság számára készült.

Példák:

- Egy árvízveszély-térkép, amelyen pirossal a legveszélyesebb zónák láthatók, döntéshozói prezentációhoz.
- Egy városfejlesztési előadás térképe, amely kiemeli az új közlekedési útvonalakat.
- Egy lakosság számát bemutató térkép
- Egy oktatási célú térkép, amely látványosan mutatja be egy ország népsűrűségét.



Prezentációs térkép. Az orosz agresszió következtében Kárpátaljára menekült és ott tartózkodó regisztrált menedékkérők száma járásonként 2022. november 30-ra vonatkozólag

Prezentációs térkép tervezési szempontjai

1. **Térkép céljának meghatározása.** Mit szeretnénk megmutatni? (pl. árvízveszélyes területek, migrációs útvonalak, népsűrűség)
2. **Adatforrások kiválasztása.** Csak a releváns rétegek szerepeljenek.
3. **Térkép stílus.** Színek, jelkulcs, betűtípus – mind a célcsoportéhoz igazodjon.
4. **Elrendezés.** Cím, forrásmegjelölés, északi nyíl, lépték, szerző.

Gyakori hibák

- Túlzsúfolt térkép
- Nem megfelelő szíkontraszt
- Hiányzó jelmagyarázat
- Elavult adatok használata

16.2. Grafikonok és infografikák integrálása

A diagramok és infografikák lehetővé teszik a **kvantitatív adatok** gyors megértését, kiegészítve a térképen látottakat.

- **Oszlopdiaagram:** összehasonlítás (pl. népességmegoszlás)
- **Kördiagram:** arányok bemutatása (pl. földhasználati típusok)
- **Vonaldiagram:** időbeli változások (pl. hőmérséklet, területnövekedés)
- **Tematikus infografikák:** képi és szöveges elemek kombinációja.

Integráció térképekkel

- **Elhelyezés:** a térkép üres területén vagy külön panelen.
- **Konzisztencia:** színek, jelölések egyezzenek a térképi jelkulccsal.
- **Interaktivitás:** online térképeknél kattintható diagramok, animált infografikák.

16.3. Nyomtatási nézet szerkesztése QGIS-ben

1. Projekt előkészítése

QGIS megnyitása és a szükséges rétegek betöltése:

Alaptérkép (pl. OpenStreetMap, WMS szolgáltatás)

Saját adat (pl. shapefile vagy geopackage)

Adatok szimbolizálása:

Színek és jelkulcs beállítása a végső vizualizáció céljának megfelelően.

2. Új Layout létrehozása

Menü: **Projekt** → **Új nyomtatási elrendezés**

Nevezd el az elrendezést (pl. „Népsűrűségi térkép”).

Megjelenik az üres Layout-ablak.

3. Térkép beillesztése

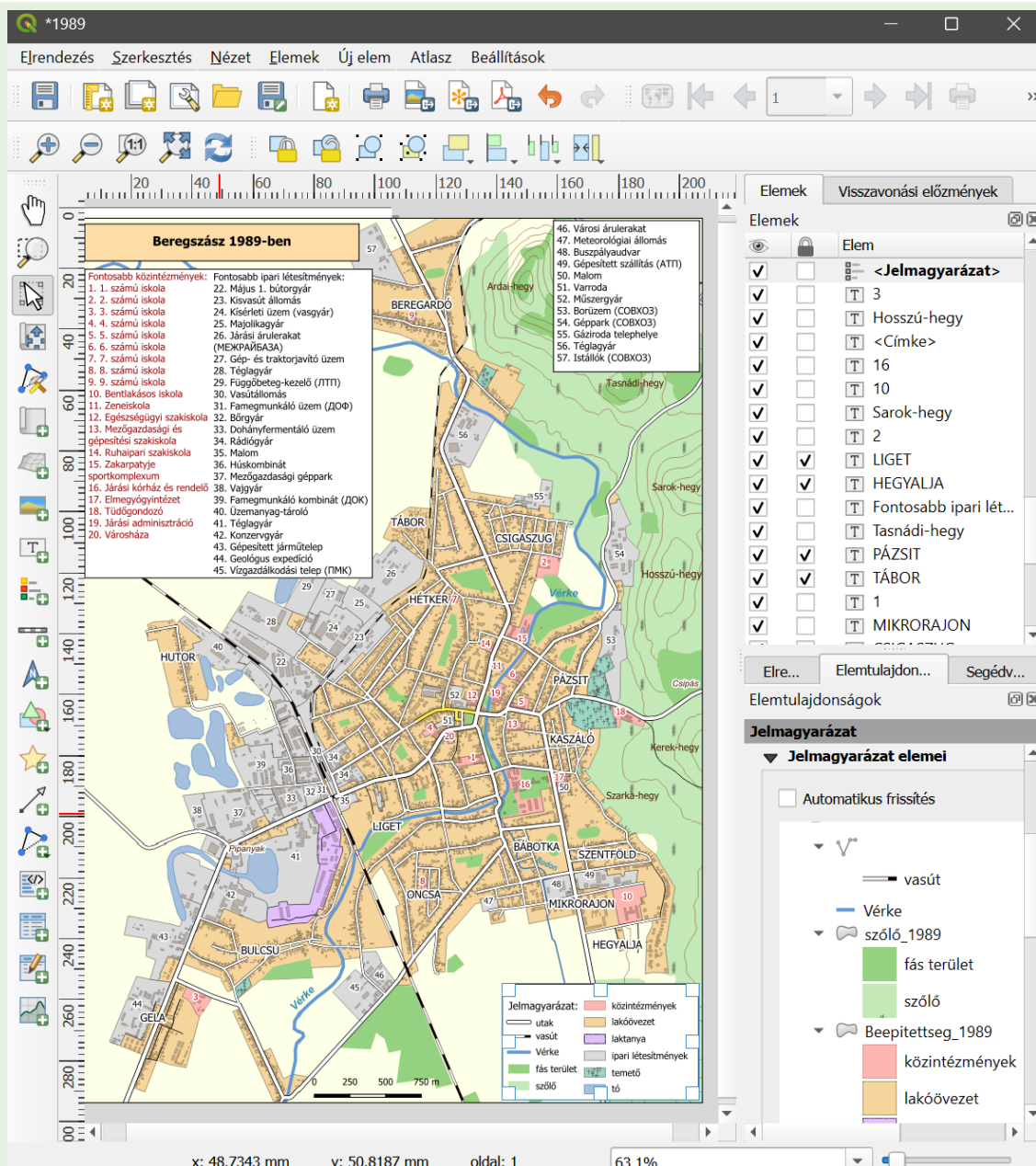
„**Add Map**” gomb kiválasztása.

Húzd ki a keretet a Layout vásznon.

A térkép az aktuális QGIS térképi nézetet veszi át.

Pozíció és méret beállítása a jobb oldali panelen.

III. MODUL. TÉRINFORMATIKAI ELEMZÉSEK ÉS MEGJELENÍTÉS



Nyomatási nézet QGIS-ben

4. Alapvető elemek hozzáadása

Cím: „Add Label” gomb → írjuk be a térkép címét.

Betűtípus, méret, szín módosítható.

Jelmagyarázat:

„Add Legend” gomb → automatikusan beolvassa a rétegek nevét.

Felesleges rétegek törlése a Legend panelen.

Lépték: „Add Scale Bar” → méretarány stílusának kiválasztása.

Északi nyíl: „Add Picture” → QGIS beépített North Arrow könyvtárából választva.

5. Diagram vagy infografika beszúrása

Attribútum adatok előkészítése (pl. népesség, terület).

Layout nézetben: **Add Chart** → **Bar/Pie Chart**.

Adatforrás beállítása:

Réteg kiválasztása.

Attribútum oszlop megadása.

Színek és feliratok beállítása a Chart Properties panelen.

6. Kimenet exportálása

Export as Image (PNG, TIFF) → online felhasználásra.

Export as PDF → nyomdai minőségű kimenethez.

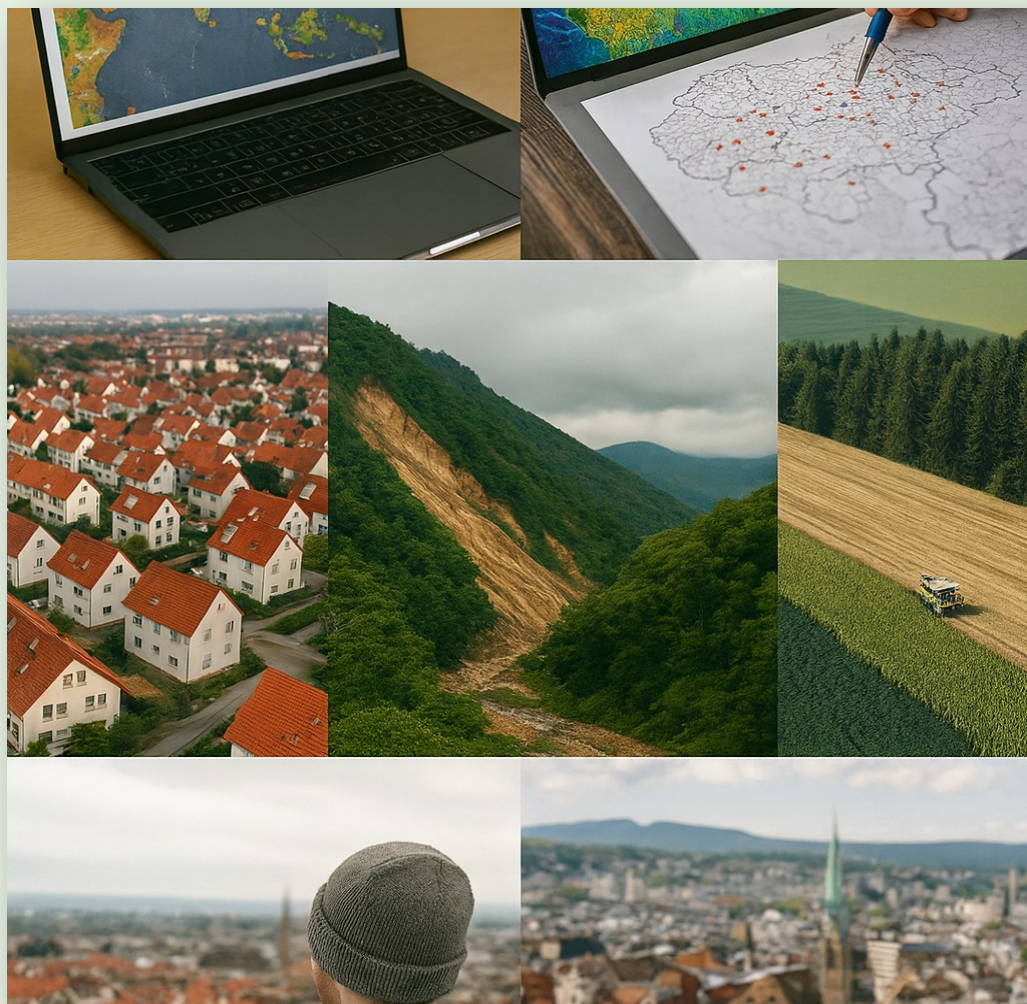
Export as SVG → vektorgrafikus szerkesztéshez (pl. Inkscape-ben).

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mi az adatvizualizáció célja a térinformatikai munka folyamatában?
2. Milyen fő jellemzői vannak a prezentációs térképnek? Nevez meg legalább hármat!
3. Adj két példát arra, hogy milyen célokra készíthetünk prezentációs térképet!
4. Milyen alapvető elemeket kell elhelyezni egy prezentációs térképen a QGIS-ben készített layout során?
5. Hogyan lehet diagramot vagy infografikát beilleszteni a QGIS nyomtatási elrendezésébe?
6. Milyen kimeneti formátumokban exportálhatjuk a kész térképet, és melyik mire alkalmas?

Irodalom

1. QGIS dokumentáció (Layout Designer): <https://docs.qgis.org/3.40/hu/docs/index.html>
2. QGIS North Arrow ikonok: <https://github.com/qgis/QGIS/tree/master/images/svg/arrows>
3. Free Vector Icons for Maps: <https://mapicons.mapsmarker.com>
4. Cartography design basics: <https://www.axismaps.com/guide>



IV. MODUL A GIS FONTOSABB ALKALMAZÁSI TERÜLETEI

- 17. Téma. Tematikus térképezés
- 18. Téma. Környezeti alkalmazások
- 19. Téma. Demográfiai és társadalomföldrajzi elemzések
- 20. Téma. Településszerkezet vizsgálata
- 21. Téma. Természeti veszélyek és katasztrófakezelés
- 22. Téma. Mezőgazdasági és erdészeti alkalmazások
- 23. Téma. Turisztikai alkalmazások

17. TÉMA

TEMATIKUS TÉRKÉPEZÉS

A tematikus térképezés a térképtudomány azon területe, amely nem a földfelszín általános topográfiai megjelenítésére törekszik, hanem egy konkrét jelenség, adat vagy statisztikai információ térbeli eloszlását mutatja be. Például: népsűrűségi térkép, hőmérsékleti anomáliák, erdőborítás változása.

A földrajztanár számára a tematikus térkép kulcseszköz:

- **Szemléltetés:** a diákok könnyebben megértik a térbeli mintázatokat.
- **Elemzés:** lehetőség van adatok összevetésére, korrelációk keresésére.
- **Projektmunka:** diákok saját adataiból készíthetnek tematikus térképeket.

Adatmegjelenítés szabályai

Tematikus térképek készítésénél elengedhetetlen a vizuális és kartográfiai szabályok betartása:

- **Pontosság** – Az adatok térbeli elhelyezése legyen hibamentes.
- **Egységesség** – Az azonos kategóriák ugyanazt a szimbólumot/színt kapják.
- **Olvashatóság** – Kerülni kell a túlszűfolt jelöléseket.
- **Hierarchia** – Fontos elemek hangsúlyosabban jelenjenek meg.
- **Skála** – A térkép méretaránya legyen az adatokhoz igazítva.

Színskálák és jelkulcsok

A színek kiválasztása nem csupán esztétikai, hanem kognitív szempont is.

- **Kvantitatív adatokhoz:** folyamatos színskála (pl. világoskék-től a sötétkékig).
- **Kvalitatív adatokhoz:** eltérő, kontrasztos színek.
- **Divergens skála:** pozitív és negatív értékek kiemelése (pl. hőmérséklet-anomália).
- **Jelkulcs:** legyen egyértelmű, könnyen értelmezhető, és közvetlenül a térképen vagy mellette helyezkedjen el.

Online forrás a színskálákhoz:

ColorBrewer – <https://colorbrewer2.org>

Diagramok integrálása térképre

A tematikus térképek kiegészíthetők diagramokkal (oszlopdiagram, kördiagram, sávdiagram) a részletesebb információátadás érdekében.

Példa: településenként kördiagram a népesség korcsoportok szerinti megoszlásáról.

Fontos szabályok:

Ne takarja el a fontos térképi elemeket.

Legyen méretarányos a jelenség nagyságával.

Egységes stílus az egész térképen.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mi a tematikus térképezés fő célja a topográfiai térképekkel szemben?
2. Sorolj fel három példát tematikus térképre!
3. Milyen oktatási előnyei vannak a tematikus térképeknek a földrajztanításban?
4. Milyen alapvető szabályokat kell betartani tematikus térképek készítésekor? Nevezd meg legalább hármat!
5. Hogyan különböztetjük meg a kvantitatív és kvalitatív adatokhoz használt színskálákat?
6. Milyen szempontokat kell figyelembe venni, ha diagramokat illesztünk be egy tematikus térképre?

Irodalom

1. Карабінюк М., Лета В. (2024): Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Тематична картографія» для здобувачів денної та заочної форм навчання спеціальності 106 географія. ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет» Мукачівський Державний Університет. Ужгород, 2024. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/62548/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0%20%28%D1%86%D1%96%D0%BB%D0%B0%29.pdf>
2. Молнар Д. Стефан, Оросі Дора, Бірток Ванесса (2024): Збірник наукових термінів з предмету «Картографія з основами топографії». Методичний посіб-

ник для засвоєння основних термінів з дисципліни «Картографія з основами топографії». Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II, Берегове, 2024. – 99 с. – у формі електронного видання.

3. Klinghammer I., Papp-Váry Á. (1992): Tematikus kartográfia. 5. változatlan kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.
4. Sümeghy Zoltán, Unger János, Gál Tamás (2009). Térképészet. JATE Press. Szeged, 2009.
5. ColorBrewer – Színskála kiválasztás segéd: <https://colorbrewer2.org>
6. QGIS Documentation – Thematic Mapping: <https://docs.qgis.org>
7. ArcGIS Online – Thematic Mapping Tools: <https://www.arcgis.com>
8. WorldPop – Népszégi adatok világszinten: <https://www.worldpop.org>
9. Google My Maps – Online térképkészítés: <https://www.google.com/mymaps>

18. TÉMA

KÖRNYEZETI ALKALMAZÁSOK

18.1. Talajvizsgálatok

Talajadatok típusai és gyűjtési módjai

A talajvizsgálati adatok három fő csoportba sorolhatók:

1. Fizikai paraméterek

- szemcseösszetétel (homok, iszap, agyag aránya)
- talajszerkezet
- vízáteresztő

képesség

Mérési módszer: laboratóriumi elemzés, szitálás, vízáteresztési teszt.

2. Kémiai paraméterek

- pH-érték
- tápanyagtartalom (N, P, K)
- szervesanyag-tartalom

Mérési módszer: kémiai reagensek, spektrofotométer.

3. Biológiai paraméterek

- mikroorganizmus-aktivitás
- talajélet sokfélesége

Mérési módszer: mikrobiológiai tenyésztés, enzimaktivitás-mérés.

Térinformatikai adatgyűjtés:

A helyszíni mérési pontokhoz GPS-koordinátákat rögzítünk, majd ezekhez kapcsoljuk a laboreredményeket az attribútumtáblában. A mintavételi helyek eloszlása kulcsfontosságú a térbeli interpolációhoz.

Térinformatikai adatforrások

- **CORINE Land Cover** (európai felszínborítás-adatbázis)
- **EU Soil Data Centre** (ESDAC – talajtérképek, eróziós veszélytérképek)
- **OpenLandMap** (globális nyílt talajadatok)
- **Nemzeti talajtérképek** (pl. Magyarország: TAKARNET, Ukrajna: UkrNDI GIS-adatbázis)

Talajvizsgálat térbeli feldolgozása GIS-ben

A folyamat fő lépései:

- **Adatimport:** pontszerű mérési eredmények beolvasása (CSV + koordináták).
- **Adattisztítás:** hibás vagy hiányzó értékek kiszűrése.
- **Interpoláció** (pl. IDW vagy Kriging): a pontadatokról folytonos felületmodellek készítése.
- **Kategorizálás:** értékosztályok létrehozása (pl. pH-skála).
- **Térképi vizualizáció:** színskálák és jelkulcsok alkalmazása.
- **Elemzés:** kritikus zónák azonosítása (pl. alacsony tápanyagtartalom).

18.2. Vízminőség és vízrajzi hálózat

A víz az egyik legfontosabb természeti erőforrás, amely a mezőgazdaság, az ipar és a lakosság ellátásának alapját képezi. A vízminőség romlása komoly következményekkel járhat:

- közegészségügyi problémák,
- élővilág pusztulása,
- gazdasági veszteségek (pl. turizmus visszaesése).

A térinformatikai módszerek lehetővé teszik, hogy a vízminőségi adatokat ne csak pontszerű mérések formájában értékeljük, hanem **térben és időben változó folyamatként** vizsgáljuk, összekapcsolva a vízrajzi hálózat szerkezetével.

Vízminőségi paraméterek

A leggyakrabban mért paraméterek:

Fizikai jellemzők:

- hőmérséklet,
- zavarosság,
- szín.

Kémiai jellemzők:

- pH,
- oldott oxigén (DO),
- nitrát, ammónia, foszfát koncentráció,

- vezetőképesség (EC).

Biológiai jellemzők:

- mikroorganizmusok száma (pl. coliform baktériumok),
- algavirágzás mértéke.

Vízrajzi hálózat adatainak forrásai

- **Magyarország:** VIZIG adatbázis, Vízrajzi Atlasz, Országos Vízelvezető Szolgálat.
- **Ukrajna:** Ukrhidromet adatbázis, Dnyipro vízgyűjtő GIS.
- **Nemzetközi:** HydroSHEDS (globális vízhálózati adatok), GRDC (Global Runoff Data Centre).

A vízrajzi hálózat térképezése kulcsfontosságú a vízminőségi vizsgálatoknál, mivel az áramlás iránya és sebessége közvetlenül befolyásolja a szennyezőanyagok terjedését.

Vízminőségi adatok integrálása GIS-be

Lépések:

- **Adatgyűjtés:** helyszíni mérések GPS-koordinátákkal.
- **Térképi integráció:** a mérési pontok összekapcsolása a vízrajzi hálózat rétegével.
- **Interpoláció:** szennyezőanyag-koncentráció felületi modellezése (pl. IDW, Kriging).
- **Idősoros elemzés:** változások vizsgálata szezonálisan vagy hosszú távon.
- **Forráselemzés:** potenciális szennyezőforrások beazonosítása.

18.3. fejezet – Légszennyezés modellezése

A levegőminőség közvetlen hatással van az emberi egészségre, az ökoszisztémák állapotára és a gazdaságra. A WHO adatai szerint évente több millió korai haláleset köthető a légszennyezéshez. A légszennyezés vizsgálata és modellezése különösen fontos a városokban, ahol a forgalom, az ipar és a fűtés jelentős szennyezőanyag-kibocsátással jár.

A GIS-alapú légszennyezés-modellezés lehetővé teszi:

- a szennyezőforrások térbeli elhelyezkedésének feltérképezését,
- a szennyezés terjedési mintázatának előrejelzését,

- a beavatkozási intézkedések hatásainak vizsgálatát.

3.2 Fő légszennyező anyagok és forrásaik

Gázok:

- Szén-dioxid (CO_2) – fosszilis tüzelőanyagok égetése.
- Szén-monoxid (CO) – járművek, ipari folyamatok.
- Kén-dioxid (SO_2) – erőművek, fűtés.
- Nitrogén-oxidok (NO_x) – közlekedés, ipar.
- Ozon (O_3) – fotokémiai reakciók terméke.

Szilárd részecskék: PM_{10} és $\text{PM}_{2.5}$ – por, korom, aeroszolok.

Források:

- Közlekedés (városi forgalom).
- Ipar (gyárak, erőművek).
- Lakossági fűtés.
- Mezőgazdasági égetések.

Légszennyezési adatok forrásai GIS-ben

Magyarország:

- Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM).
- Levegő Munkacsoport adatbázis.

Ukrajna:

- Ukrhidromet levegőminőségi állomások.
- Kyiv EcoMonitoring.

Nemzetközi:

- Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS).
- WHO Global Air Quality Database.

Légszennyezés modellezésének módszerei GIS-ben

1. Pontforrás alapú modellezés:

- Mérésekből származó adatok térképre vetítése.
- Például városi mérőállomások $\text{PM}_{2.5}$ adatai.

2. Interpoláció:

- Adatpontok közötti értékek becslése (IDW, Kriging).

- Lehetővé teszi a szennyezés térbeli folytonosságának vizsgálatát.

3. Terjedési modellek:

- Légköri diszperziós modellek (pl. CALPUFF, AERMOD).
- Szélirány, hőmérséklet, domborzat figyelembevétele.

18. 4. Példa: árvízmodellezés DEM-mel

Az árvíz az egyik legsúlyosabb természeti katasztrófa, amely világszerte emberek millióit érinti. A klímaváltozás hatására az extrém csapadékesemények gyakorisága és intenzitása nő, ez pedig fokozza az árvízi kockázatot. A térinformatikai eszközök, különösen a **digitális domborzatmodellek (DEM)**, kulcsfontosságúak az árvízmodellezésben, mivel pontos képet adnak a felszín magassági viszonyairól, és lehetővé teszik a vízterjedés szimulációját.

A DEM szerepe az árvízmodellezésben

A DEM (Digital Elevation Model) egy olyan rácsháló formátumú adat, amely minden cellához magassági értéket rendel. Az árvízmodellezésben a DEM használata lehetővé teszi:

- az árterek lehatárolását,
- a vízterjedés irányának meghatározását,
- a lejtés és kitettség vizsgálatát,
- a védművek optimális helyének kijelölését.

Fontos szempont: a DEM felbontása nagyban befolyásolja a modellezés pontosságát. Városi területeken 1–5 m, nagy kiterjedésű tájakon 10–30 m cellaméret javasolt.

Adatforrások árvízmodellezéshez

Magyarországon:

- EOTR topográfiai térképek digitalizált változata.
- Geoport.hu DEM adatbázis.

Ukrajnában:

- Ukrgeokartografija domborzati adatai.
- Nyílt LiDAR adatbázisok (pl. Nyugat-Ukrajna egyes régióiban).

Nemzetközi:

- SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).
- Copernicus EU-DEM.

Árvízszimuláció lépései QGIS-ben

1. DEM adat importálása:

- GeoTIFF vagy ASCII Grid formátumban.
- Vetület beállítása (pl. ETRS89 / EOVSzlovákia).

2. Hidrológiai előfeldolgozás:

- **Fill sinks** (mélyedések feltöltése), hogy a víz lefolyása modellezhető legyen.
- Folyómeder réteg hozzáadása.

3. Árvízszint meghatározása:

Feltételezett vízszint magassági értéke (pl. 2 m-rel a folyó aktuális szintje felett).

4. Árvízkitérjedés számítása:

- Raster Calculator: $(DEM < \text{árvízszint}) \rightarrow 1$, különben 0.
- Eredmény: bináris árvízkitérjedési térkép.

5. Vizualizáció:

- Árvízzel borított területek kék színnel.
- Magasabb területek zöld/barna árnyalatokkal.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Milyen három fő paramétercsoportot különböztetünk meg a talajvizsgálatok során, és milyen módszerekkel mérhetők?
2. Miért fontos a GPS-koordináták rögzítése a talajmintavételnél?
3. Sorolj fel három fizikai, kémiai és biológiai vízminőségi paramétert!
4. Miért fontos a vízrajzi hálózat figyelembevétele a vízminőségi vizsgálatok során?
5. Milyen lépéseken keresztül integrálhatók a vízminőségi adatok a GIS-be?
6. Melyek a fő légszennyező anyagok és tipikus kibocsátási forrásaik?
7. Hogyan alkalmazható a GIS a légszennyezés térbeli elemzésére és előrejelzésére?
8. Milyen szerepe van a DEM-nek az árvízmodellezésben?
9. Ismertesd röviden, hogyan készíthető árvízkitérjedési térkép QGIS-ben DEM-adatok felhasználásával!

Irodalom

1. Карабінюк М., Лета В. (2024): Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Тематична картографія» для здобувачів денної та заочної форм навчання спеціальності 106 географія. ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет» Мукачівський Державний Університет. Ужгород, 2024. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/62548/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0%20%28%D1%86%D1%96%D0%BB%D0%B0%29.pdf>
2. Молнар Д. Стефан, Оросі Дора, Бірток Ванесса (2024): Збірник наукових термінів з предмету «Картографія з основами топографії». Методичний посібник для засвоєння основних термінів з дисципліни «Картографія з основами топографії». Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II, Берегове, 2024. – 99 с. – у формі електронного видання.
3. Ямелинець Т.С. (2008): Застосування географічних інформаційних систем у ґрунтознавстві: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 196 с.
4. <https://www.vizugy.hu>
5. <https://copernicus.eu>
6. <https://earthexplorer.usgs.gov>
7. <https://www.ovf.hu>
8. <https://map.mbfisz.gov.hu>
9. <http://uhmi.org.ua>
10. <https://hydrosheds.org>
11. <https://www.met.hu>
12. <https://atmosphere.copernicus.eu>
13. <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-energy-and-health>

19. TÉMA

DEMOGRÁFIAI ÉS TÁRSADALOMFÖLDRAJZI ELEMZÉSEK

19.1. A demográfia és társadalomföldrajz térbeli vizsgálata

A demográfia a népesség összetételét, változásait és mozgását vizsgálja. A társadalomföldrajz (szociálgeográfia) pedig azt kutatja, hogy a társadalmi jelenségek hogyan oszlanak meg a térben, és hogyan hatnak egymásra a természeti környezettel.

A térbeli elemzés ezekben a tudományágakban kulcsfontosságú, mert:

- Nemcsak **számokat** mutat, hanem **földrajzi mintázatokat** is feltár.
- Lehetővé teszi az ok-okozati kapcsolatok vizsgálatát (például: magas munkanélküliség és elvándorlás összefüggése).
- Segíti a **tervezést és döntéshozatalt** települési, regionális és nemzeti szinten.

A térinformatika szerepe a társadalomkutatásban

A modern demográfiai és társadalomföldrajzi elemzések alapját gyakran a **térinformatikai rendszerek (GIS)** adják. Ezek a rendszerek képesek:

- Nagy mennyiségű adat **integrált kezelésére**.
- **Térképes megjelenítésre**, ami szemléletes és érthető.
- Idősoros vizsgálatokra (például 2001, 2011 és 2021 népszámlálási adatok összevetése).
- **Modellezésre és előrejelzésre** (például migrációs trendek prognosztizálása).

A GIS használatával a kutatók és hallgatók nemcsak a jelenségeket ábrázolhatják, hanem **új mintázatokat is felfedezhetnek**, amelyeket hagyományos táblázatos adatelemzéssel nehéz lenne észrevenni.

A társadalmi és demográfiai folyamatok **nem egyenletesen** oszlanak el a térben. Példák:

- Az országon belül bizonyos régiók **népsűrűsége** sokszorosa más területekének.
- **Migrációs irányok** gyakran a gazdasági központok felé mutatnak.
- A **születési és halálozási ráták** különböznek a városi és vidéki területeken.
- A térbeli elemzés révén az ilyen különbségek nemcsak számszerűen, hanem **vizuálisan is könnyen értelmezhetők**, ami különösen hasznos oktatási célokra.

Példák a térbeli demográfiai vizsgálatok gyakorlati hasznára

- **Egészségügyi ellátás tervezése** – kórházak és rendelők optimális elhelyezése a lakosság korösszetétele és elérhetősége alapján.
- **Oktatási infrastruktúra fejlesztése** – iskolák tervezése olyan településeken, ahol magas a gyermekkorú lakosság aránya.
- **Katasztrófavédelem** – veszélyeztetett lakosság térképezése árvíz, földrengés vagy erdőtűz esetén.
- **Gazdaságfejlesztés** – munkaerőpiaci adatok térbeli elemzése ipari parkok vagy logisztikai központok helyének kiválasztásához.

19.2. Népeségeloszlás és népsűrűség térképezése

Népeségeloszlás: a lakosság térbeli elhelyezkedése adott területen, különböző léptékekben (világ, ország, régió, település).

Népsűrűség: a népesség száma adott területnagyságra vetítve, jellemzően fő/km² egységben.

Adatforrások

Hivatalos statisztikai adatok:

- Magyarország: **KSH** (népszámlálási adatok, településsoros bontás).
- Ukrajna: **Ukrán Állami Statisztikai Szolgálat**.
- Nemzetközi: **UNdata, WorldPop, Eurostat**.

Nyílt térbeli adatok:

- OpenStreetMap lakott terület határokhoz.
- Copernicus Urban Atlas városi zónákhoz.

2.3 Módszerek a népeségeloszlás vizsgálatára

- **Felületszínezéses térkép** – közigazgatási egységek (pl. megyék, járások) népsűrűség alapján színezve.
- **Ponttérképek** – minden pont egy meghatározott számú lakost jelöl.
- **Hőtérképek (heatmap)** – a sűrűn lakott területek vizuális kiemelése.
- **Raster alapú eloszlási modellek** – népsűrűség rácspontokra osztva (pl. 1 km²-es cellák).

Példa: Népsűrűségi térkép készítése

- **Adatok beszerzése:** településhatárok (shapefile) + lakosságszám (CSV).
- **Attribútumkapcsolás:** CSV összekapcsolása a térképi adattal (Join by attribute).
- **Népsűrűség kiszámítása:** új mező létrehozása – $nepsuruseg = lakosság / terület_km2$.
- **Megjelenítés:** Graduated symbology – színtartomány beállítása.
- **Térkép exportálása:** PDF vagy PNG formátumban.

19.3. Migrációs folyamatok térképezése

Alapfogalmak

- **Migráció:** az emberek tartós vagy ideiglenes áthelyeződése egyik földrajzi egységből a másikba.
- **Kivándorlás (emigráció):** elhagyják az adott országot/területet.
- **Bevándorlás (immigráció):** egy másik ország/terület lakói betelepülnek.
- **Belföldi vándorlás:** településen belüli vagy települések közötti mozgás egy országon belül.
- **Migrációs egyenleg:** bevándorlók száma mínusz kivándorlók száma.
- **Gazdasági migráció** – munkahely, magasabb életszínvonal keresése.
- **Politikai migráció** – menekülés háború, üldöztetés elől.
- **Környezeti migráció** – természeti katasztrófák, klímaváltozás hatására.
- **Időszakos migráció** – szezonális munkavállalás, tanulmányok.
- **Kényszerű migráció** – deportálások, menekültáradat.

Adatforrások a migráció térképezéséhez

- UNHCR (menekültügyi statisztikák)
- International Organization for Migration (IOM)
- World Bank Migration Data Portal
- Magyarország: KSH vándorlási statisztikák.
- Ukrajna: Ukrán Statisztikai Szolgálat (belső menekültek – IDP adatok).
- OpenStreetMap (migrációs infrastruktúra, táborok helyszínei).
- HDX (Humanitarian Data Exchange) – válságkövetek migrációs adatai.

A migráció térképi megjelenítése GIS-ben

- **Áramlási térképek (flow maps)** – nyilakkal jelölik a mozgás irányát és mértékét.
- **Kördiagramok térképen** – célterületen a migránsok származási arányait mutatják.
- **Hőtérképek (heatmap)** – migrációs gócpontok intenzitásának megjelenítése.
- **Idősoros térképek** – migráció alakulása évek vagy hónapok szerint.

Példa: Nemzetközi bevándorlás elemzése QGIS-ben

- **Adatok előkészítése:** országonkénti bevándorló és kivándorló szám CSV-ben.
- **Világkép betöltése** shapefile formátumban.
- **Attribútumok összekapcsolása** (Join by attribute).
- **Szimbólumozás:**
 - Beáramlás → zöld árnyalatok.
 - Kiáramlás → piros árnyalatok.
 - Áramlás → nyílobjektumok, méretük arányos az áramlás nagyságával.
- **Térkép exportálása** interaktív HTML-formátumban (qgis2web plugin).

Elemzési szempontok

- Migrációs útvonalak fő irányai (pl. Kelet–Nyugat, Dél–Észak).
- Földrajzi akadályok (hegyek, tengerek, határkerítések).
- Befogadó országok politikai és gazdasági feltételei.
- Válságövezetek változásai és a migrációs hullámok kapcsolata.

19.4. Példa – Népszámlálási adatok feldolgozása

A népszámlálás az egyik **legfontosabb statisztikai adatforrás**, amely teljes képet nyújt egy ország vagy régió demográfiai, gazdasági és társadalmi jellemzőiről. Az adatok feldolgozása és térképi megjelenítése kulcsfontosságú a földrajztanításban, mivel:

- konkrét, valós adatokra épít,
- lehetővé teszi a diákok számára az **adatértelmezés és forráskritika** fejlesztését,
- kapcsolatot teremt a **térinformatika** és a társadalomföldrajz között.

Adatforrások

Magyarországon:

- **KSH Népszámlálási adatbázis** – települési szintű adatok, tematikus szűrés

(<https://www.ksh.hu/nepszamlalas>)

- **TeIR – Területi Statisztikai Rendszer** – önkormányzati és régiós szintű adatok.

Ukrajnában:

- **Állami Statisztikai Szolgálat (Derzhstat)** – népszámlálási adatok (<http://www.ukrstat.gov.ua/>).

Nemzetközi:

- **UNdata** – globális összehasonlítás (<https://data.un.org/>).
- **WorldPop** – nagyfelbontású populációs térképek (<https://www.worldpop.org/>).

Feladat lépései:

Adatok letöltése

- Válasszanak egy megyét vagy régiót.
- Töltsék le a települési szintű népesség-, kor- és nemadatokat.

Adatok előkészítése

- CSV/Excel formátumban rendezzék oszlopokba: település, össznépesség, férfiak száma, nők száma, korcsoportok.

GIS-be importálás

- Településhatárok shapefile betöltése.
- Attribútumok összekapcsolása (Join by attribute).

Vizualizálás

- Tematikus térképek készítése: pl. népsűrűség, nemek aránya, idősök aránya.

Elemzés

- Mi magyarázza a népsűrűség eltéréseit?
- Hol a legmagasabb az előregedés?
- Hogyan befolyásolja a migráció az adatsorokat?

Prezentáció

- Eredmények bemutatása poszter vagy digitális formában (StoryMap).

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mi a különbség a demográfia és a társadalomföldrajz vizsgálati fókusza között?
2. Milyen előnyöket nyújt a térinformatikai elemzés a demográfiai adatok feldolgozásában?
3. Sorolj fel legalább három adatforrást, amely népsűrűségi adatokhoz használható

Magyarországon, Ukrajnában és nemzetközi szinten!

4. Milyen módszerekkel lehet térképen ábrázolni a népességeloszlást?
6. Milyen kartográfiai módszerekkel jeleníthető meg a migráció GIS-ben?
9. Miért különösen fontos adatforrás a népszámlálás a társadalomföldrajzi kutatásokban?
10. Hogyan lehet GIS-ben a népszámlálási adatokat települési határokkal összekapcsolni és tematikus térképen megjeleníteni?

Irodalom

1. Державна служба статистики України – <https://www.ukrstat.gov.ua>
 2. Központi Statisztikai Hivatal – <https://www.ksh.hu>
 3. United Nations Population Division – <https://population.un.org>
 4. Nyílt térképi adatok: OpenStreetMap – <https://www.openstreetmap.org>
 5. <https://ec.europa.eu/eurostat>
 6. Globális populációs rács: <https://www.worldpop.org>
 7. UNHCR statisztikák: <https://www.unhcr.org/refugee-statistics/>
 8. IOM Migration Data Portal: <https://www.migrationdataportal.org/>
 9. HDX Humanitarian Data Exchange: <https://data.humdata.org/>
 10. Eurostat demográfiai statisztikák: <https://ec.europa.eu/eurostat>
 11. UNdata Population by Age and Sex: <https://data.un.org>
 12. QGIS kezdő útmutató: https://docs.qgis.org/latest/hu/docs/user_manual/
 13. QGIS dokumentáció – diagramok: https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/working_with_vector/charts.html
- Eurostat Population Database: <https://ec.europa.eu/eurostat>

20. TÉMA

TELEPÜLÉSSZERKEZET VIZSGÁLATA

20.1. A település szerkezete

A *településszerkezet* a település épített és természeti elemeinek térbeli elrendezését jelenti, amely meghatározza a közlekedési, gazdasági, társadalmi és környezeti viszonyokat.

Jelentősége több szinten is megmutatkozik:

- **Várostervezésben:** segít az infrastruktúra fejlesztési irányainak meghatározásában.
- **Regionális tervezésben:** fontos szerepet játszik a települések hierarchiájának és kapcsolatrendszerének feltérképezésében.
- **Környezetvédelemben:** meghatározza a zöldterületek, vízfelületek, ipari övezetek arányát.

GIS-alapú településszerkezet-vizsgálati módszerek

- **Térképi rétegek elemzése:** épületállomány, úthálózat, zöldfelület, vízfelület.
- **Sűrűségvizsgálat (Kernel density):** lakossági vagy infrastrukturális sűrűség feltérképezése.
- **Térbeli hálózatelemzés:** utak, közlekedési csomópontok kapcsolatainak vizsgálata.
- **Zónázás:** lakó-, ipari, kereskedelmi és zöldterületek lehatárolása.

Az infrastruktúra a város és a régiók **éltvonalát** jelenti. Ide tartoznak mindazon létesítmények, rendszerek és szolgáltatások, amelyek lehetővé teszik a települések működését: közlekedési hálózatok, víz- és csatornarendszerek, energiaellátás, kommunikációs hálózatok, valamint az oktatási és egészségügyi intézmények elérhetősége. A modern várostervezésben az infrastruktúra nemcsak **fizikai objektumok** halmazát jelenti, hanem **integrált, térbeli tervezési rendszert**, amelynek fejlesztése kulcsfontosságú a fenntartható települési növekedéshez.

Képzeld el, hogy egy kisváros lakossága tíz év alatt megduplázódik. Az új lakóövezetek megjelenésével a meglévő úthálózat túlterhelődik, az iskolákban túl sok

diák lesz, és a vízvezeték-hálózat kapacitása is elégtelen. Ilyen helyzetben a várostervezőknek **GIS-alapú modellezés** segítségével kell előre jelezniük a szükséges fejlesztéseket.

20.2. Az infrastruktúra fejlesztése

Az infrastruktúra fejlesztései több fő csoportba sorolhatók:

2.1 Közlekedési infrastruktúra

- Úthálózat bővítése, felújítása
- Vasútvonalak, tömegközlekedési rendszerek fejlesztése
- Kerékpárutak, gyalogos zónák kialakítása

2.2 Közműhálózat

- Ivóvíz- és szennyvízhálózat bővítése
- Energiatermelés és -elosztás (villamos energia, gáz)
- Hulladékgyűjtés infrastruktúrája

2.3 Digitális infrastruktúra

- Szélessávú internet, optikai hálózatok
- Okosváros-megoldások (érzékelők, adatgyűjtő rendszerek)

2.4 Közszolgáltatások elérhetősége

- Oktatási intézmények
- Egészségügyi ellátórendszer
- Szociális intézmények

GIS szerepe az infrastruktúra-tervezésben

A térinformatikai rendszerek (GIS) lehetővé teszik:

- A meglévő infrastruktúra **térbeli eloszlásának feltérképezését**
- **Hiányosságok azonosítását** (pl. közlekedési dugók, lefedetlen területek)
- **Forgalmi, hálózati és kapacitásmodellek** készítését
- **Térbeli előrejelzések** készítését a jövőbeni igényekhez

Például egy új kerékpárút tervezése során a GIS képes modellezni a lehetséges útvonalakat, figyelembe véve a domborzati viszonyokat, a meglévő közlekedési hálózatot, a lakossági igényeket és a biztonsági szempontokat.

Adatforrások az infrastrukturális tervezéshez

- **OpenStreetMap (OSM)** – ingyenes, közösségi térképi adatbázis, amely tartalmazza az úthálózat, épületek, közművek adatait.
- **Országos és helyi kataszteri térképek** – pontos ingatlan- és területhasználati információk.
- **Közlekedési adatgyűjtés** – forgalomszámláló szenzorok, mobiltelefonos adatok.
- **Távérzékelési adatok** – műhold- és drónfelvételek az új beépítések és zöldterületek felméréséhez.
- **Demográfiai és statisztikai adatok** – KSH, Ukrán Állami Statisztikai Szolgálat.

Modellezési módszerek

1. Hálózatelemzés

A közlekedési hálózat optimalizálására szolgál. Például:

Útvonaltervezés (legrövidebb vagy leggyorsabb út)

Lefedettségi elemzés (pl. buszmegállóktól való gyalogtávolság)

2. Szenárióalapú modellezés

Különböző fejlesztési forgatókönyvek összehasonlítása (pl. melyik útbővítési terv csökkenti legjobban a forgalmat).

3. Költség–haszon elemzés térbeli adatokkal

A fejlesztések gazdasági hatásainak vizsgálata térképi vizualizációval.

20.3. Zöldterület-elemzés

A városi zöldterületek – ideértve a parkokat, fasorokat, közkerteket és városi erdőket – kulcsfontosságú szerepet játszanak a települések életminőségének fenntartásában. A zöldfelületek:

- **Ökológiai szolgáltatásokat** nyújtanak: tisztítják a levegőt, csökkentik a városi hősziget-hatást, élőhelyet biztosítanak fajok számára.
- **Rekreációs lehetőségeket** teremtenek a lakosság számára.
- **Vízgazdálkodási funkcióval** bírnak, segítve a csapadékvíz elvezetését és szivárgását.
- **Eszztétikai értéket** adnak, javítva a városi környezet élhetőségét.

A zöldterület-elemzés célja a meglévő zöldfelületek **felmérése, minősítése, elérhetőségének és állapotának vizsgálata**, valamint a fejlesztési lehetőségek meghatáro-

zása.

Zöldterületek típusai

A várostervezés és környezetvédelem szempontjából a zöldfelületek több kategóriába sorolhatók:

- **Közparkok és közkertek** – Nyilvánosan hozzáférhető, rekreációs célú területek.
- **Fasorok és zöld sétányok** – A közlekedési hálózat zöld elemei, esztétikai és légszennyezés-csökkentő szereppel.
- **Városi erdők** – Nagyobb kiterjedésű, természetközeli állapotú területek.
- **Sportpályák és játszóterek** – Speciális funkciójú zöldterületek.
- **Magánkertek és belső udvarok** – Korlátozottan hozzáférhető, de ökológiai értéket képviselő területek.

GIS-alapú módszerek zöldterületek elemzésére

A térinformatika (GIS) lehetővé teszi a zöldfelületek **térbeli eloszlásának, kiterjedésének és állapotának** pontos vizsgálatát.

Fő módszerek:

- **Távérzékelési képfeldolgozás:** műholdképek és légi felvételek alapján történő azonosítás (pl. Sentinel-2, Landsat).
- **NDVI (Normalised Difference Vegetation Index)** számítása a növényzet egészségi állapotának felmérésére.
- **Elérhetőségi vizsgálatok:** pufferzónák használatával meghatározható, hogy a lakosság mekkora része ér el egy parkot 5–10 perces sétával.
- **Idősoros elemzés:** a zöldterület-változások nyomon követése több évre visszamenőleg.

Adatforrások

- **OpenStreetMap (OSM)** – Nyílt forrású térképi adatok, parkok és zöldfelületek digitális határvonalaival.
- **Copernicus Sentinel Hub** – Ingyenes multispektrális műholdképek.
- **Geoportal.hu** – Magyarországi térképi és ortofotó adatok.
- **Globális távérzékelési adatbázisok** – USGS Earth Explorer, NASA Earthdata.
- **Helyi önkormányzati adatbázisok** – Városi parknyilvántartások, fásítási tervek.

Példa - Parkfejlesztési lehetőségek elemzése QGIS-ben

Cél: Egy középváros zöldterületeinek értékelése és bővítési lehetőségek azonosítása.

Lépések:

- **Adatgyűjtés:** OSM-ből parkok és zöldterületek határvonalai; ortofotók.
- **Térbeli elemzés:** Pufferzónák létrehozása minden park köré (300 m, 500 m).
- **Hiányterületek azonosítása:** Olyan lakott területek kiválasztása, amelyek nem esnek bele egyetlen pufferzónába sem.
- **Vizualizáció:** Tematikus térkép készítése a zöldfelület-ellátottság mértékéről.
- **Javaslat:** Új park helyének kijelölése, a lakossági hozzáférés növelésére.

A várostervezés nem csupán mérnöki és közigazgatási feladat, hanem komplex társadalmi, gazdasági és környezeti folyamat is. A középiskolai földrajzoktatásban kiemelt jelentősége van annak, hogy a diákok **helyi példákön keresztül** ismerjék meg a településfejlesztés alapelveit.

A helyi várostervezési projektek feldolgozása:

- **Közelebb hozza** a diákokhoz a tananyagot (saját lakókörnyezetük érintettsége).
- **Erősíti a kritikus gondolkodást**, hiszen a diákok megtanulják elemezni és értékelni a fejlesztési terveket.
- **Fejleszti a digitális kompetenciákat**, különösen a térinformatikai rendszerek (GIS) használatában.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mit jelent a településszerkezet fogalma, és miért fontos a várostervezésben?
2. Milyen GIS-alapú módszerekkel vizsgálható a települések szerkezete? Sorolj fel legalább hármat!
3. Hogyan segíthet a GIS egy gyorsan növekvő kisváros infrastruktúra-problémáinak előrejelzésében?
4. Sorold fel az infrastruktúra négy fő fejlesztési területét a szöveg alapján!
5. Milyen szerepet játszik a GIS az infrastruktúra-tervezésben? Adj konkrét példát!
6. Milyen adatforrások állnak rendelkezésre az infrastrukturális tervezéshez? Nevez meg legalább kettőt!

7. Miért kulcsfontosságúak a városi zöldterületek a lakosság életminősége szempontjából?
8. Milyen fő kategóriákba sorolhatók a városi zöldfelületek?
9. Milyen GIS-alapú módszerek alkalmazhatók a zöldterületek vizsgálatára (pl. NDVI, pufferzónák)?
10. Hogyan lehet QGIS-ben azonosítani egy középváros hiányosan ellátott zöldterületeit, és milyen javaslatot lehet tenni a fejlesztésre?

Irodalom és források

1. Зубик А. І. (2021): ГІС в урбаністиці та просторовому плануванні. Навчально-методичний посібник. Географічний факультет. Кафедра географії. Львівський національний університет ім. Івана Франка. Львів, 2021. Павленко Л.А. Геоінформаційні системи : навч. посіб. / Л. А. Павленко. -Х. Вид. ХНЕУ, 2013.-260 с.
2. Detrekői Á, Szabó Gy (2002): Bevezetés a térinformatikába. Tankönyvkiadó, Budapest.
3. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру: <https://land.gov.ua>
4. OpenStreetMap: <https://www.openstreetmap.org>
5. European Environment Agency – Green Infrastructure: <https://www.eea.europa.eu>
6. Публічна кадастрова карта <https://kadastrova-karta.com/>
7. Державна служба статистики України – statisztikai adatok
8. QGIS Documentation – <https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/index.html>

21. TÉMA

TERMÉSZETI VESZÉLYEK ÉS KATASZTRÓFAKEZELÉS

21.1. Kockázati térképek

A kockázati térkép egy olyan **térinformatikai alapú vizualizáció**, amely egy adott földrajzi területre vonatkozóan megmutatja a potenciális veszélyforrásokat és azok valószínűségét.

A természeti veszélyek – árvíz, földrengés, erdőtűz, földcsuszamlás, viharok – **térbeli eloszlása** gyakran nem véletlenszerű, hanem geológiai, geomorfológiai, klimatikus és emberi tényezők által meghatározott.

Fő cél:

- A lakosság, az infrastruktúra és a természeti környezet veszélyeztetettségének vizuális bemutatása.
- A döntéshozatal és a katasztrófavédelmi tervezés támogatása.

A kockázati térkép **nem csak múltbeli események** bemutatására szolgál, hanem **előrejelzésre és felkészülésre** is.

2. A kockázati térképek felépítése

A legtöbb kockázati térkép **többrétegű GIS projekt**, ahol minden réteg egy-egy veszélytípushoz vagy háttérinformációhoz kapcsolódik.

Fő rétegtípusok:

- **Veszélyforrás réteg** – például árterek, földrengés epicentrumok, tüzesetek előfordulása.
- **Kitettség réteg** – a veszélyeztetett népesség, épületek, infrastruktúra helyzete.
- **Sérülékenységi réteg** – társadalmi, gazdasági és környezeti tényezők (pl. szegénységi index, védművek állapota).
- **Háttértérkép** – domborzati, topográfiai vagy ortofotó alap.

Formátumok:

- Vektoros (pont, vonal, poligon) adatok – például gátak helye, veszélyzónák határa.
- Raszteres adatok – például magasságmodell, tűzveszély-index.

A kockázati térképek készítésének folyamata GIS-ben

Adatgyűjtés

- Múltbeli események archívuma (pl. árvízi maximumok, földrengés-katalógus).
- Meteorológiai, hidrológiai, geológiai adatok.
- Nyílt adatportálok: pl. Copernicus Emergency Management Service, Geoportal.hu.

Adatelőkészítés

- Vetület egységesítése.
- Hibás vagy hiányos adatok szűrése.
- Rétegek kategorizálása (pl. veszélyszint szerinti színezés).

Elemzés

- **Térbeli átfedések vizsgálata** (pl. lakott területek és árterek).
- **Valószínűségi modellezés** (pl. 100 éves árvíz előfordulásának esélye).

Megjelenítés

- Színskálák kialakítása (pl. zöld – alacsony kockázat, piros – magas kockázat).
- Jelkulcs, magyarázó szövegek, metaadatok hozzáadása.

Publikálás

- Nyomtatott formában (pl. települési katasztrófavédelmi terv részeként).
- Online WebGIS felületen (pl. ArcGIS Online, QGIS Cloud).

Felhasználási területek

- **Településtervezés:** új építési övezetek kijelölése biztonságos területen.
- **Infrastruktúra-fejlesztés:** utak, vasútvonalak, gátak elhelyezésének megtervezése.
- **Katasztrófavédelem:** evakuációs útvonalak és menedékhelyek kijelölése.
- **Oktatás:** földrajz- és környezetismeret órákon szemléltetés.

Példaprojekt – Árvíz-kockázati térkép QGIS-ben

Cél: egy folyó menti település árvíz-kockázati térképének elkészítése.

Lépések:

1. Letöltjük a **digitális domborzatmodellt (DEM)** és a folyó vízrajzi adatait.
2. Hidrológiai modullal szimuláljuk a 2, 5 és 10 méteres vízszintemelkedést.
3. Poligon réteggé alakítjuk az előtöltött területeket.
4. Lakott területek rétegével metszve kijelöljük a veszélyeztetett házakat.
5. Színezés: három kategória (alacsony, közepes, magas kockázat).

Geoportal.hu – <https://www.geoportal.hu>

Országos Vízügyi Főigazgatóság árvízi információk – <https://www.ovf.hu>

Ukrán:

Державна служба України з надзвичайних ситуацій – <https://dsns.gov.ua>

Відкрита карта ризиків (Open Risk Map) – <https://map.dsns.gov.ua>

Angol:

Copernicus Emergency Management Service – <https://emergency.copernicus.eu>

UNDRR Risk Data Hub – <https://risk.data.un.org>

21.2. Árvíz, földrengés, erdőtűz modellezése

A természeti veszélyek **modellezése** lehetőséget ad arra, hogy **előre jelezzük**, mely területek vannak kitéve katasztrófáknak, és így megelőző intézkedéseket hozhassunk.

A térinformatikai rendszerek (GIS) és a különféle adatforrások integrációja révén **szimulálhatjuk** a különböző veszélyforrások térbeli kiterjedését és időbeli lefolyását.

Célok:

- A veszélyeztetett területek azonosítása.
- Lakosság és infrastruktúra védelme.
- Katasztrófavédelmi tervek megalapozása.

Árvízmodellezés GIS-ben

Adatforrások

- **Digitális domborzatmodell (DEM)** a terep magassági viszonyainak megismeréséhez.
- **Hidrológiai adatok:** folyó vízhozama, vízszint-ingadozás, árvízi maximumok.
- **Meteorológiai előrejelzések:** csapadékintenzitás, olvadási folyamatok.

Módszer

- DEM importálása GIS-be.
- Hidrológiai eszközök (pl. *Fill*, *Flow Direction*, *Flow Accumulation* funkciók) alkal-

mazása.

- Árvízszintek szimulálása (pl. +2 m, +5 m, +10 m a folyó átlagvízszintjéhez képest).
- Elöntési poligonok létrehozása és lakott területekkel való átfedés vizsgálata.

Esettanulmány

A Tiszán 2001-ben a rekordárvízszint meghaladta a 10 métert. A QGIS és DEM adatok segítségével rekonstruálható az elöntés kiterjedése, és szimulálható hasonló jövőbeli esemény.

Földrengésmodellezés GIS-ben

Adatforrások

- **Szeizmikus katalógusok** (pl. USGS, EMSC).
- **Geológiai törésvonalak** digitális adatai.
- **Talajszerkezeti térképek** a rengéshullámok terjedésének becsléséhez.

Módszer

- Földrengési epicentrumok és magnitúdók térképi ábrázolása.
- Bufferek készítése a rengés intenzitásának csökkenése alapján.
- Épületállomány és népsűrűség adatok integrálása a kockázat becsléséhez.

Esettanulmány

A 2015-ös nepáli földrengés modellezése során a NASA műholdképeit és USGS adatokat integráltak, hogy megjósolják az utórengések kockázati zónáit.

Erdőtűzmodellezés GIS-ben

Adatforrások

- **Műholdfelvételek** (Sentinel-2, Landsat-8) vegetációs és hőmérsékleti adatokkal.
- **Meteorológiai adatok:** hőmérséklet, páratartalom, szélirány.
- **Földhasználati térképek:** erdős területek, mezőgazdasági területek, települések.

Módszer

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) számítása a növényzet állapotának felmérésére.
- Hőmérsékleti és széladatok integrálása a tűz terjedési modelljéhez.
- Veszélyeztetett települések kijelölése pufferzónákkal.

Esettanulmány

Spanyolországban a 2022-es nyári hőhullám során a Copernicus Emergency Ser-

vice valós idejű erdőtűz-térképeket szolgáltatott, amelyeket a helyi hatóságok evakuációs tervekhez használtak.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mit nevezünk kockázati térképnek, és mi a fő célja?
2. Milyen rétegekből épül fel egy kockázati térkép (legalább három típust sorolj fel)?
3. Milyen adatforrásokat használhatunk kockázati térképek készítéséhez?
4. Milyen fő lépésekből áll a kockázati térképek készítésének folyamata a GIS-ben?
5. Hogyan ábrázolhatók a különböző kockázati szintek a térképen?
6. Hogyan használható a digitális domborzatmodell (DEM) árvízmodellezésben?
7. Milyen fő adatforrásokat használhatunk földrengésmodellezéshez GIS-ben?
8. Mi a módszertana a földrengési epicentrumok térképi ábrázolásának és a rengés intenzitási zónák kijelölésének?
9. Hogyan modellezhető az erdőtűz terjedése GIS segítségével (milyen adatok integrálásával)?
10. Milyen gyakorlati példát ismersz, ahol erdőtűzmodellezést használtak a hatóságok evakuációs tervek kidolgozásához?

Irodalom és források

1. Світличний О.О., Плотницький С.В. (2007): Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. — Суми: ВТД Debrői-Szabó: Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2007.
2. Elek István: Térinformatikai gyakorlatok. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2007.
3. Klinghammer István: Térképészet és geoinformatika I. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2010.
4. Országos Vízügyi Főigazgatóság – <https://www.ovf.hu>
5. Державна служба України з надзвичайних ситуацій – <https://dsns.gov.ua>
6. Copernicus Emergency Management Service – <https://emergency.copernicus.eu>
7. UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) – <https://www.undrr.org>
8. НАН України – Географічний інститут: <https://igs-nas.org.ua>

9. ESRI Disaster Response Program: <https://www.esri.com/disaster>

22. TÉMA

MEZŐGAZDASÁGI ÉS ERDÉSZETI ALKALMAZÁSOK

22.1. Precíziós gazdálkodás

A precíziós gazdálkodás (Precision Agriculture) olyan **adatvezérelt mezőgazdasági módszer**, amelyben a termőföldek és növénykultúrák kezelése a lehető legpontosabb tér- és időbeli információkra alapozva történik. Célja:

- a hozam maximalizálása,
- a költségek és inputanyagok (műtrágya, növényvédőszer) optimalizálása,
- a környezeti terhelés csökkentése.

A GIS szerepe

- **Zónatérképek** készítése a táblákon belüli eltérő termőképesség alapján.
- **Talajmintavételi helyek kijelölése** GPS segítségével.
- **Növényállapot-monitoring** műhold- vagy drónfelvételekkel.

Példák és eszközök

- **QGIS + Sentinel-2 adatok:** vegetációs indexek számítása.
- **John Deere Operations Center** – mezőgazdasági gépek adatintegrációja.
- **AgroSense** – magyar nyelvű online gazdálkodási platform.

22. 2. Erdőborítás változásának nyomon követése

Az erdőterületek állapota kulcsfontosságú a biodiverzitás, a klímavédelem és a vízháztartás szempontjából. A térinformatika lehetővé teszi:

- **erdőirtások** és illegális fakitermelések felderítését,
- **erdőtüzek utáni károk** értékelését,
- az **erdősítés eredményességének** vizsgálatát.

Adatforrások

- **Copernicus Land Monitoring Service** (CLC, HRL Forest) – európai erdőborítás.
- **Global Forest Change** adatbázis (Hansen et al.) – évenkénti változás globális léptékben.
- **Sentinel-2 és Landsat** – multispektrális felvételek.

Módszerek

- **Képosztályozás** (supervised classification) erdő/nem erdő kategóriákra.

- **Idősoros elemzés** a változás mértékének és helyének meghatározására.

22.3. NDVI használata terméshozam becslésére

Az **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index) a növényzet fotoszintetikus aktivitását méri a vörös (RED) és közeli infravörös (NIR) sávok reflektanciájának különbsége alapján:

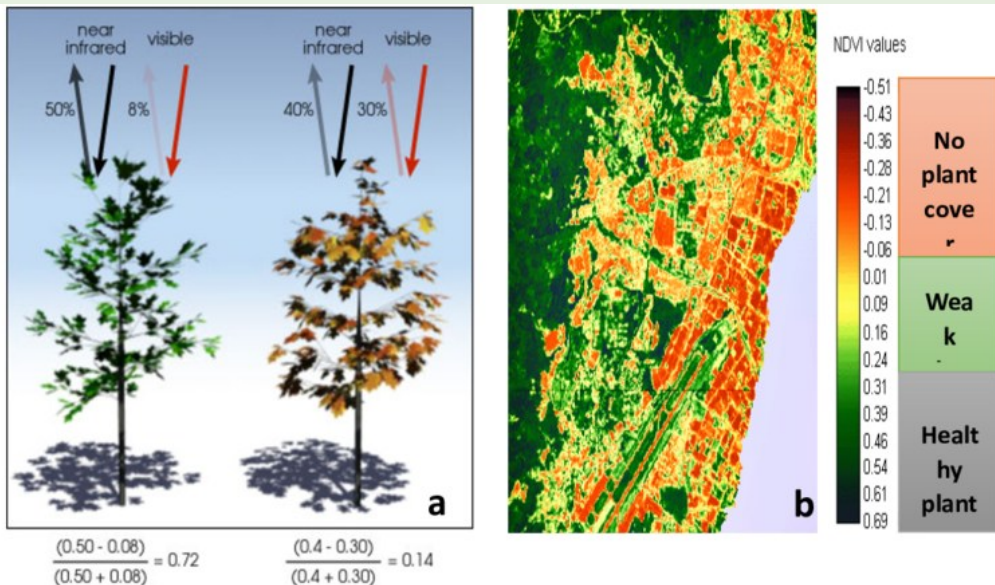
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Értéktartomány:

0,6 – 0,9: egészséges, sűrű növényzet.

0,2 – 0,5: közepes állapot.

0 – 0,2: gyenge növényborítás vagy csupasz talaj.



NDVI értékek és növényzet állapota

Forrs: https://www.researchgate.net/figure/Normalized-difference-vegetation-index-NDVI-reflects-the-photosynthetic-activity-a_fig1_375867555

Terméshozam becslés

Lépés 1: Műhold- vagy drónfelvétel beszerzése (Sentinel-2 ajánlott, 10 m felbontás).

Lépés 2: NDVI számítása GIS-ben.

Lépés 3: Zónák kijelölése (magas/közepes/alacsony termőképesség).

Lépés 4: Terméshozam előrejelzés a vegetációs állapot alapján.

Előnyök

- Költséghatékony,
- nem invazív,
- időben ismételhető mérések.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mit jelent a precíziós gazdálkodás, és mi a három fő célkitűzése?
2. Hogyan segíti a GIS a precíziós gazdálkodás megvalósítását?
3. Nevezd meg legalább két eszközt vagy platformot, amelyet precíziós mezőgazdaságban használnak!
4. Miért fontos az erdőborítás állapotának folyamatos vizsgálata?
5. Milyen adatforrásokat lehet használni az erdőterületek változásának nyomon követésére? Sorolj fel legalább hármat!
6. Milyen módszereket alkalmaznak az erdőborítás változásának térképi elemzésére?
7. Mi az NDVI képlete, és milyen értéktartományok jellemzik a növényzet állapotát?
8. Milyen típusú elektromágneses hullámok visszaverődésén alapul az NDVI mutató?
9. Hogyan kapcsolható össze az NDVI érték és a terméshozam becslése?
10. Milyen lépésekből áll a terméshozam becslése NDVI alapján?

Irodalom és források

1. Світличний О.О., Плотницький С.В. (2007): Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. — 295 с. Debrői-Szabó: Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2007.
2. Ямелинець Т.С. (2008): Застосування географічних інформаційних систем у ґрунтознавстві: Навчальний посібник. — Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. — 196 с.
3. Elek István: Térinformatikai gyakorlatok. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2007.
4. Klinghammer István: Térképészet és geoinformatika I. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2010.
5. EO Browser: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
6. Global Forest Watch: <https://www.globalforestwatch.org/>

23. TÉMA

TURISZTIKAI ALKALMAZÁSOK

23.1. GIS szerepe a turizmusban

A turizmus mindig is szorosan kapcsolódott a földrajzi információkhoz. A turisták útvonalat választanak, látnivalókat keresnek, szálláshelyeket foglalnak, és a helyszínen navigálnak. Míg korábban nyomtatott térképekre, útikönyvekre és szóbeli útbaigazításokra támaszkodtak, ma már a digitális térinformatikai rendszerek (GIS) biztosítják a legtöbb információt – sokszor valós időben.

A térinformatikai rendszerek lehetővé teszik:

- **helyszínek digitális rögzítését** (pontadatok),
- **útvonalak megtervezését és optimalizálását**,
- **interaktív tartalom megjelenítését** (képek, leírások, értékelések),
- **valós idejű információk** (nyitvatartás, forgalmi helyzet, időjárás) integrálását.

A turizmusban a GIS-t nemcsak a látogatók használják, hanem a turisztikai szakemberek, önkormányzatok és fejlesztők is, például:

- **turisztikai stratégiák kidolgozásához** (látogatói áramlások elemzése),
- **infrastruktúra tervezéséhez** (parkolók, információs pontok),
- **természeti és kulturális értékek bemutatásához.**

A digitális térképek előnyei a turizmusban

Pontosság és naprakészség – A térképek folyamatosan frissíthetők, így a felhasználók mindig aktuális adatokat kapnak.

Interaktivitás – A turisták személyre szabhatják a keresést, útvonalat állíthatnak össze, értékeléseket olvashatnak.

Elérhetőség – Mobilon és online is használható, internetkapcsolattal vagy offline módon (pl. letöltött térképrészek).

Integrálhatóság – A térképekbe beágyazhatók egyéb adatok, pl. programajánlók, szállásfoglalási lehetőségek, eseménynaptárak.

A turizmus digitálizálása

A turisztikai GIS-megoldások fejlődése három fő szakaszban írható le:

1. **Papírtérképek korszaka** – statikus, évente frissített kiadványok.
2. **CD-ROM és offline térképek** – interaktív elemek, de korlátozott frissíthetőség.
3. **Online térképek és applikációk** – valós idejű, dinamikus, felhasználói tartalommal bővített megoldások (pl. Google Maps, TripAdvisor, OpenStreetMap).

A GIS szerepe a turisztikai marketingben

A látogatók térbeli eloszlásának elemzése, célcsoportok beazonosítása és a forgalmas helyek azonosítása segíti a marketingstratégiák kialakítását. Például egy város turisztikai hivatala elemezheti a vendégforgalmat, és ennek alapján célzottan hirdethet kevésbé ismert látványosságokat.

23.2. Látványosságok térképezése



Beregszász központjának turisztikai térképe

A turizmus egyik legfontosabb eleme a látványosságok pontos azonosítása és térképi ábrázolása. A **látványosság** lehet:

- **természeti** (pl. vízesés, barlang, hegycsúcs),
- **kulturális** (múzeum, templom, vár),
- **szórakoztató** (vidámpark, állatkert),
- **gasztronómiai** (helyi piac, híres étterem).

A GIS rendszerek lehetővé teszik ezen helyszínek digitális rögzítését, kategorizálását, és az adatokhoz tartozó **attribútumok** (név, leírás, nyitvatartás, elérhetőség, belépődíj) hozzárendelését.

Adatgyűjtési módszerek

1. Helyszíni adatgyűjtés

GPS-es adatfelvétel: kézi GPS, okostelefon, drón.

Adatformátumok: GPX, KML, CSV.

Pontosság: turisztikai célra a ± 5 –10 méteres pontosság elfogadható.

2. Online adatforrások

OpenStreetMap – önkéntes térképszerkesztés, letölthető adatokkal.

Google Maps API – programozott adatlekérdezés (engedélyezett felhasználás esetén).

3. Nemzeti turisztikai adatbázisok (pl. Magyar Turisztikai Ügynökség adatportálja).

Példa – Látnivalók térképezése Beregszász belvárosában

Cél: 10 főbb látnivaló digitalizálása és térképi megjelenítése QGIS-ben.

Lépések:

1. OpenStreetMap-ből a belváros térképréteg letöltése.
2. Látványosságok pontjainak felvétele GPS-szel (vagy koordináták gyűjtése online).
3. Adatok importálása QGIS-be (CSV vagy GPX formátumban).
4. Attribútumtábla kitöltése (név, leírás, nyitvatartás).
5. Tematikus szimbólumrendszer kialakítása.
6. PDF-térkép exportálása, nyomtatásra és online publikálásra.

Online térképes megjelenítés

A létrehozott pontadatok könnyen publikálhatók **WebGIS** rendszerekben, például

ul:

- QGIS Cloud,
- ArcGIS Online,
- uMap (OpenStreetMap alapú).

Az online térkép előnye, hogy:

- * bármilyen eszközről elérhető,
- * frissíthető,
- * multimédiás tartalommal bővíthető.

23.3. Útvonaltervezés turistáknak

A turisztikai útvonaltervezés célja, hogy a látogatók a lehető leghatékonyabban, időben és költségben optimalizált módon tudják bejárni a kiválasztott látnivalókat. A GIS-alapú útvonaltervezés előnyei:

- testreszabható (pl. gyalogos, kerékpáros, autós útvonalak),
- figyelembe veszi a közlekedési infrastruktúrát,
- optimalizálható a látogatási sorrend.

Az útvonaltervezés különösen fontos **tematikus turizmus** esetén (borutak, kulturális útvonalak, természetjárás).

Útvonaltervezési módszerek GIS-ben

Hálózatelemzés

A GIS-útvonaltervezés alapja a **hálózatelemzés** (network analysis).

Lépései:

- **Úthálózat réteg** előkészítése (pl. OSM-adatokból).
- **Csomópontok és élek** meghatározása.
- **Súlyozás** (út hossza, utazási idő, emelkedés).
- Algoritmus futtatása (Dijkstra, A*).

Nyílt forráskódú eszközök

- **QGIS + Road Graph plugin** – egyszerű, helyi adatokkal működik.
- **pgRouting** – PostgreSQL/PostGIS alapú, nagyobb hálózatokra.
- **OpenRouteService** – online API, OSM-alapú tervezés.

3.2.3 Kereskedelmi megoldások

- ArcGIS Network Analyst

- Google Maps Directions API

23.4. Példa: interaktív várostérkép GIS-ben

Az interaktív várostérképek lehetővé teszik, hogy a felhasználó ne csak nézze a térképet, hanem **interakcióba is lépjen vele**:

- Nagyíthatja, kicsinyítheti a területet.
- Rákattinthat a pontokra, és információkat kap róluk.
- Szűrheti az adatokat (pl. csak múzeumok vagy éttermek).

A turizmusban ez rendkívül fontos, hiszen a látogatók egyre inkább **mobil eszközön** keresnek információt, és igénylik a naprakész, testre szabott útvonalterveket.

Az interaktív várostérkép készítésének folyamata

1. Adatgyűjtés

Látnivalók GPS-koordinátái (műemlékek, szobrok, parkok).

Kategorizálás (kultúra, gasztronómia, szabadidő).

Fotók, leírások, nyitvatartási idők.

2. Adatelőkészítés

QGIS-ben attribútumtáblák létrehozása.

Kategóriaszlop felvétele a szűréshez (pl. Típus = múzeum, étterem stb.).

Szimbólumok és színek beállítása kategóriánként.

3. Publikálás WebGIS-ben

QGIS Cloud – ingyenes, gyors publikálás.

uMap – egyszerű szerkesztés, közvetlen OSM-integráció.

Google My Maps – intuitív, de kevesebb testreszabási lehetőséggel.

4. Tesztelés és optimalizálás

Mobilbarát megjelenés ellenőrzése.

Adatok frissítése (időszakos események beépítése).

Felhasználói visszajelzések gyűjtése.

Interaktív várostérkép készítése Beregszászról QGIS Cloud-ban

Cél: Beregszász kulturális látnivalóinak online térképe, amely kategóriák szerint szűrhető.

Lépések:

1. **Adatok importálása** – OSM export + saját GPS-pontok.
2. **Rétegek beállítása** – látnivalók, parkok, éttermek külön rétegekben.
3. **Attribútumtábla szerkesztése** – leírás, kép-URL, elérhetőségek.
4. **Szimbólumok** – kategóriánként eltérő ikonok (pl. múzeum = barna épület ikon).
5. **Publikálás QGIS Cloud-ban** – link generálása.
6. **Megosztás** – QR-kód készítése a turisztikai kiadványokhoz.

Technológiai a tanároknak

- **Google My Maps** ideális rövid, 1–2 órás projektekhez.
- **QGIS** – részletes, testreszabható térképek készítéséhez.
- **Google My Maps** – gyors, egyszerű projektekhez.
- **uMap** – OpenStreetMap-alapú, rugalmas online térképszerkesztés.
- **Mapillary** – utcai szintű fotók gyűjtése és feltöltése.
- **Canva** – térképalapú prospektusok és plakátok szerkesztése.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Milyen fő funkciókat nyújtanak a GIS-rendszerek a turisták számára (nevezd meg legalább hármat)?
2. Hogyan használják a turisztikai szakemberek és önkormányzatok a GIS-t a turizmus fejlesztésében?
3. Sorold fel a turisztikai térképhasználat három fejlődési szakaszát!
4. Milyen típusú látványosságokat különböztetünk meg a turizmusban, és hogyan rögzíthetők GIS-ben?
5. Milyen adatgyűjtési módszerekkel lehet turisztikai pontadatokat előállítani? (Adj legalább kettőt!)
6. Mi a különbség a helyszíni adatgyűjtés és az online adatforrások felhasználása között?
7. Mi a hálózatelemzés (network analysis) szerepe a turisztikai útvonaltervezésben?
8. Milyen tényezőket lehet figyelembe venni az útvonalak súlyozásakor a GIS-ben?
9. Nevezd meg egy nyílt forráskódú és egy kereskedelmi útvonaltervezési megoldást!
10. Milyen előnyöket nyújtanak az interaktív várostérképek a turisták számára a hagyományos térképekhez képest?

mányos statikus térképekkel szemben?

Irodalom és források

1. Debrői-Szabó: Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2007.
2. Elek István: Térinformatikai gyakorlatok. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2007.
3. Klinghammer István: Térképészet és geoinformatika I. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2010.
4. QGIS Cloud: <https://qgiscloud.com>
5. uMap: <https://umap.openstreetmap.fr>
6. OpenStreetMap: <https://www.openstreetmap.org>
7. Mapillary: <https://www.mapillary.com>



V. MODUL. A GIS JELENE ÉS JÖVŐJE

24. Téma. WEBGIS

25. Téma. GIS az oktatásban

26. Téma. Geoinformatikai etika és adatvédelem

27. Téma. Jövőbeli trendek a GIS-ben

24. TÉMA

WEBGIS

24.1. Bevezetés a WEBGIS fogalmába

A **WebGIS** (Web-based Geographic Information System) olyan térinformatikai rendszer, amely az interneten keresztül biztosít hozzáférést, kezelést, elemzést és megjelenítést a térbeli adatokhoz. Míg a hagyományos GIS rendszerek helyben telepített szoftverekkel működnek (pl. QGIS, ArcGIS Desktop), addig a WebGIS rendszerek böngészőből elérhetők, és nem igényelnek különleges telepítést.

A WebGIS **három fő komponense**:

- **Kliens (felhasználói felület)** – böngésző vagy mobilalkalmazás, amelyen keresztül a felhasználó látja és kezeli a térképet.
- **Szerver** – a téradatokat tárolja és a feldolgozási feladatokat végzi.
- **Adatbázis** – a térbeli (geometriai) és leíró (attribútum) adatokat tartalmazza.

Hagyományos GIS vs. WebGIS

Tulajdonság	Hagyományos GIS	WebGIS
<i>Telepítés</i>	Helyben telepített szoftver	Böngészőből elérhető
<i>Adattárolás</i>	Helyi gépen	Szerveren / felhőben
<i>Adatmegosztás</i>	Fájlok átküldése	Link vagy beágyazás
<i>Frissítés</i>	Manuálisan	Automatikusan, valós időben
<i>Hardverigény</i>	Nagyobb	Kisebb, böngésző elég

A WebGIS szerepe a modern földrajztudományban

A WebGIS lehetővé teszi, hogy a **térbeli adatok globális közönséghez** jussanak el, valós időben, interaktív formában. Ez forradalmi változást hozott a földrajzban,

mert:

- **Demokratizálja az adatokhoz való hozzáférést** – bárki, bármikor, bárhol elérheti a térképeket.
- **Közösségi adatgyűjtést tesz lehetővé** (pl. OpenStreetMap).
- **Oktatásban** a diákok aktív térképkészítőként vehetnek részt.

Hogyan osztunk meg egy saját térképet percek alatt?

Képzeld el, hogy egy főiskolai terepgyakorlat során felmérjük az egyetem környéki zöldfelületeket. A hallgatók okostelefonnal rögzítik a fák helyét, fajtáját és egészségi állapotát.

A gyakorlat után **nem kell napokig várni** a térképes bemutatóra: a diákok azonnal feltölthetik az adatokat egy WebGIS platformra (pl. QGIS Cloud vagy ArcGIS Online), ahol a térkép:

- **Interaktív** (rétegek ki-be kapcsolhatók),
- **Megosztható** (egy link segítségével),
- **Bárholonnan elérhető** (telefonon, tableten, laptopon).

Ez a rugalmasság és gyorsaság teszi a WebGIS-t rendkívül értékessé a földrajzban és az oktatásban.

A jövő WebGIS rendszerei várhatóan:

- **Integrálódnak mesterséges intelligenciával** (pl. automatikus objektumfelismerés műholdképeken),
- **Valós idejű szenzoradatokat jelenítenek meg** (IoT, meteorológiai állomások),
- **3D-s és virtuális valóság alapú** térképeket kínálnak.

24.2. Webes térképszolgáltatások (Google Maps, OpenStreetMap)

A webes térképszolgáltatások a **WebGIS gyakorlati megvalósításai**, amelyek lehetővé teszik, hogy a felhasználók:

- böngésszenek a világ bármely pontján,
- kereséseket végezzenek (pl. címek, POI-k),
- útvonalakat tervezzenek,
- saját adatokat adjanak hozzá a térképekhez.

A két legismertebb példa:

Google Maps – kereskedelmi alapú, hatalmas adatbázissal,

OpenStreetMap (OSM) – nyílt forráskódú, közösségi adatgyűjtésen alapuló.

Google Maps – A legismertebb térképszolgáltatás

- **Valós idejű forgalmi adatok** (GPS-es felhasználói készülékekből gyűjtve),
- **Street View** – 360°-os fotók a világ nagy részéről,
- **Üzletek, intézmények adatlapjai** (nyitvatartás, vélemények),
- **Útvonaltervezés** több közlekedési móddal (gyalog, kerékpár, autó, tömegközlekedés).

Előnyök:

Rendkívül pontos és részletes adatbázis.

Könnyen beágyazható weboldalakba.

Mobilon és asztali gépen is zökkenőmentesen működik.

Hátrányok:

Az adatok felhasználása licencfüggő.

Egyes helyeken (pl. katonai területek) szándékosan torzított adatok.

Oktatási alkalmazás:

Városismereti feladatok készítése.

Történeti vizsgálatok a „Street View időgép” funkcióval.

OpenStreetMap – A „Wikipédia” a térképek világában

- **Nyílt hozzáférés** – bárki szerkeszthet, használhatja az adatokat.
- **Közösségi adatgyűjtés** – GPS, drón, légifotó, helyszíni mérés alapján.

Előnyök:

Teljesen ingyenes.

Nagyon részletes bizonyos régiókban (különösen, ahol aktív közösség működik).

Letölthető adatok (Shapefile, GeoJSON, KML stb.).

Hátrányok:

Az adatok minősége a közösségi aktivitástól függ.

Egyes területeken hiányos lehet.

Oktatási alkalmazás:

Diákok helyi térképadatainak rögzítése terepgyakorlat után.

Helyi közösségi projektek támogatása (pl. turisztikai útvonalak rögzítése).

Összehasonlítás – Google Maps vs. OpenStreetMap

Tulajdonság	Google Maps	OpenStreetMap
Adathozzáférés	Licencelt	Szabad, nyílt
Szerkesztés	Csak Google-n keresztül	Bárki szerkeszthet
Frissítés gyakorisága	Magas (Google által)	Közösség aktivitásától függ
Használati költség	Kereskedelmi feltételek	Ingyenes

Google Térkép súgó: <https://support.google.com/maps>

OpenStreetMap magyar közösség: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Hu:Main_Page

Google Maps українською: <https://www.google.com/maps>

OpenStreetMap українською: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Uk:Main_Page

Google Maps API dokumentáció: <https://developers.google.com/maps>

OpenStreetMap főoldal: <https://www.openstreetmap.org>

24.3. WebGIS előnyei

A hagyományos GIS rendszerek évtizedekig asztali számítógépen futottak, speciális szoftverekkel (pl. ArcGIS, MapInfo). Ezek előnye volt a nagy számítási kapacitás és a részletes adatfeldolgozás lehetősége, de komoly korlátokat jelentett, hogy: drága licencet igényeltek, a felhasználónak helyben kellett lennie, az adatmegosztás lassú és bonyolult volt.

A **WebGIS** megjelenése ezeket a korlátokat radikálisan átalakította, hiszen a tér-adatok **bárhonnan, bármikor, bárki által** elérhetők lettek, ha van internetkapcsolat. Ez demokratizálta a téradatok használatát, és óriási lehetőségeket nyitott meg az oktatás, a kutatás és a közigazgatás számára.

A WebGIS rendszerek a böngészőből elérhetők, így:

- nincs szükség speciális, nagy teljesítményű hardverre,
- a felhasználó mobilról, tabletről vagy laptopról is dolgozhat,

- bárhol használhatók (akár terepen, akár otthon).

Példa: Egy terepgyakorlat során a diákok GPS-adatokat rögzítenek, majd a helyszínen, mobilinternet segítségével feltöltik egy WebGIS platformra, és azonnal láthatják az eredményeket.

Költséghatékonyság

Sok WebGIS rendszer **ingyenes** (pl. QGIS Cloud, ArcGIS Online alapsomag, OpenLayers, Leaflet). Nincs szükség drága licenc vásárlására. A szerveroldali számításokat gyakran a szolgáltató végzi, így a felhasználói eszközök terhelése minimális.

Oktatási haszon: Egy középiskola vagy egyetem költség nélkül tud GIS-projektek indítani, és a diákok is ingyenes fiókokkal dolgozhatnak.

Interaktivitás és vizualizáció

Valós idejű adatok megjelenítése (pl. meteorológiai állomások, forgalmi adatok). Rétegek ki- és bekapcsolása, szűrés, lekérdezés a böngészőben. 3D-s megjelenítés (pl. domborzatmodellek).

A WebGIS rendszerek lehetővé teszik, hogy több felhasználó dolgozzon ugyanazon a térképen: valós idejű szerkesztés, verziókezelés (ki mit változtatott), adatgyűjtés crowdsourcing módszerrel.

Adatmegosztás és publikáció

Egyszerű linkküldéssel bárki számára elérhetővé tehető a térkép. Térképek beágyazhatók weboldalakba vagy közösségi médiába. Az adatbázis automatikusan frissül, ha új adat kerül fel.

24.4. Interaktív térképek készítése

Az interaktív térkép lényege, hogy a felhasználó **nem csak passzívan nézi**, hanem **aktívan használja** az adatokat:

- rétegeket kapcsolhat be és ki,
- nagyíthat, kicsinyíthet,
- kattintással információs ablakokat nyithat meg,
- kereséseket végezhet.

A WebGIS egyik legfontosabb előnye éppen az interaktivitás, hiszen a **térkép**

egyben adatbázis, amely lekérdezhető és testre szabható.

Az interaktív térkép fő elemei

Alaptérkép

- A háttér (pl. műholdkép, topográfiai térkép, OpenStreetMap alap).
- Forrása lehet nyílt (pl. OSM) vagy kereskedelmi (pl. Google Maps Tiles).

Rétegek

- Tematikus adatokat tartalmaznak (pl. útvonalak, pontok, zónák).
- Lehetnek vektoros (pont, vonal, poligon) vagy raszteres adatok (pl. hőtérkép).

Jelkulcs (legend)

- Mutatja a rétegek jelentését, színeit, szimbólumait.

Interaktív elemek

- Popup ablakok (attribútumadatok megjelenítése).
- Keresőmező.
- Rétegh kapcsolók.

Hogyan készítsünk interaktív térképet QGIS Cloud segítségével?

1. Adat előkészítése

- **Források:** OpenStreetMap export, saját GPS-adatok, nyílt adatportálokról letöltött rétegek.
- **Formátumok:** Shapefile, GeoJSON, CSV koordinátákkal.
- Ellenőrizzük az **adatok vetületét** (pl. WGS84 – EPSG:4326).

2. Rétegek szerkesztése QGIS-ben

- Megnyitjuk az adatokat QGIS-ben.
- Szimbolizálás: színek, szimbólumok, átlátszóság beállítása.
- Attribútumtáblában ellenőrizzük az adatmezőket (pl. név, leírás, fotó hivatkozás).

3. QGIS Cloud fiók létrehozása

- Regisztráció: <https://qgiscloud.com>
- Bővítmény telepítése QGIS-ben: *QGIS Cloud Plugin*.
- Bejelentkezés közvetlenül a QGIS felületén.

4. Térkép publikálása

- A bővítményen keresztül feltöltjük az adatbázist és a projektet.
- A rendszer automatikusan létrehoz egy online térképet, amelyhez URL-t kapunk.

- Beállítható, hogy a térkép nyilvános vagy privát legyen.

5. Interaktív funkciók hozzáadása

- Popup információk: a rétegek attribútummezőiből jeleníthetünk meg adatokat.
- Kereső funkció: beállítható, hogy név alapján lehessen keresni.
- Rétegh kapcsolók: a felhasználó ki-be kapcsolhatja a rétegeket.

Tippek és buktatók

Tippek:

- Mindig egységes vetületet használjunk (EPSG:4326), mert a webes megjelenítés ezt várja.
- Tömörítsük a nagy adathalmazokat (pl. túl részletes shapefile → egyszerűsítés).
- Popup mezőkben használhatunk HTML-kódot képek és linkek beágyazásához.
- Rétegek száma: maximum 10–12 a gyors betöltés érdekében.
- Adatmennyiség: nagyobb pontfelhők, raszterek egyszerűsítése.
- Verziókövetés: mentünk helyi másolatot, hogy bármikor frissíthető legyen.

Buktatók:

- Az ingyenes QGIS Cloud verzióban az adatméret korlátozott (50 MB körül).
- Túl sok réteg lassíthatja a betöltést.
- Ha a projekt lokális fájlokra hivatkozik, azok nem fognak megjelenni a weben – minden adatot a felhőbe kell tölteni.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Mi a WebGIS fogalma, és miben különbözik a hagyományos GIS rendszerektől?
2. Sorold fel a WebGIS három fő komponensét, és írd le szerepüket!
3. Milyen módon demokratizálja a WebGIS a téradatakhoz való hozzáférést?
4. Hogyan lehet percek alatt megosztani egy terepgyakorlat során gyűjtött adatokat WebGIS segítségével?
5. Milyen jövőbeli fejlesztési irányok várhatók a WebGIS rendszerekben? (legalább kettőt említs!)
6. Milyen előnyei és hátrányai vannak a Google Maps szolgáltatásnak az oktatásban való alkalmazás szempontjából?
7. Miben különbözik az OpenStreetMap adatgyűjtési módja a Google Maps-tól?

8. Milyen előnyöket nyújt a WebGIS a hagyományos asztali GIS rendszerekhez képest?
9. Sorold fel az interaktív térkép fő elemeit!
10. Milyen tipikus hibák és korlátok jelentkezhetnek a QGIS Cloud használatakor?

Irodalom és források

1. QGIS Cloud bemutató: <https://qgiscloud.com>
2. ArcGIS Online: <https://www.arcgis.com>
3. OSM українською: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Uk:Main_Page
4. Esri WebGIS bevezető: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/overview>
5. Leaflet – interaktív térképek készítése: <https://leafletjs.com>
6. OpenStreetMap Magyarország: <https://www.openstreetmap.hu>
7. QGIS українською: https://qgiscloud.comhttps://download.qgis.org/qgisdata/QGIS-Documentation-2.6/live/html/uk/docs/pyqgis_developer_cookbook/intro.html
ArcGIS Online for Education: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/overview>

25. TÉMA

GIS AZ OKTATÁSBAN

25.1. A GIS előnyei az oktatásban

A térinformatikai rendszerek (GIS) alkalmazása az oktatásban nem csupán technológiai újdonság, hanem pedagógiai lehetőség is. A mai diákok **digitális bennszülöttek**, akik vizuális, interaktív tanulási formákra nyitottak. A GIS képes a száraz földrajzi adatokból élő, mozgó, rétegezhető térképeket készíteni, amelyek:

- **Motiválják** a tanulókat a felfedezésre.
- **Interaktív tanulási környezetet** teremtenek.
- **Projektalapú feladatokhoz** biztosítanak eszközöket.
- **Valós problémák modellezésére** alkalmasak.

A GIS használata az órán nem pusztán informatika, hanem módszertani gazdagítás – beilleszthető a földrajz, történelem, biológia és környezeti nevelés tananyagába.

25.2. Digitális tananyagok létrehozása GIS segítségével

A digitális tananyag jellemzői

- **Multimédiás tartalom:** szöveg, kép, videó, interaktív térképek kombinációja.
- **Rétegezett információ:** a tanuló maga kapcsolhatja ki/be a rétegeket.
- **Idődimenzió:** folyamatok bemutatása időcsúszkával (pl. városnövekedés, éghajlatváltozás).

Eszközök

- **Google Earth Web** – könnyen beágyazható prezentációk.
- **ArcGIS StoryMaps** – narratív alapú térképes történetmesélés.
- **QGIS + QGIS Cloud** – nyílt forráskódú, saját szerveren publikálható tartalom.

25.3. Térképes feladatlapok készítése

A módszer lényege

A térképes feladatlap olyan tananyagrész, ahol a diákok **valós térképi rétegen** hajtanak végre feladatokat (keresés, mérés, elemzés).

Készítési lépések

- **Téma kiválasztása** – pl. migrációs útvonalak.
- **Alaptérkép létrehozása** – GIS szoftverben vagy online.
- **Feladatok beépítése** – pl. „Határozd meg, mely országokon halad át az útvonal!”.
- **Interaktív formátum** – Google My Maps, uMap, ArcGIS Online.

Tanulási előnyök

- Fejleszti a térbeli gondolkodást.
- Adatkeresési és értelmezési készséget erősít.
- Kombinálható kvizekkel (Google Forms + térképbe ágyazott linkek).

25.4. Interaktív térkép prezentáció

Jellemzők

- Látványos vizuális tartalom.
- Többféle adatréteg dinamikus megjelenítése.
- Zoomolás és szűrés a közönség igényei szerint.

Használható eszközök

- **Google Earth Presenter** – virtuális „repülés” a térképen.
- **ArcGIS Dashboard** – élő adatok és grafikonok.
- **QGIS Atlas** – előre definiált térképsorozat automatikus generálása.

Tanórai példa

- Városi zöldfelületek változása 2000–2023 között.
- Diákok különböző időmetszetekből választva mutatják be az adatokat.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Milyen pedagógiai előnyöket kínál a GIS az oktatásban a hagyományos tanítási módszerekkel szemben?
2. Sorolj fel legalább három tantárgyat, ahol a GIS módszertani gazdagításként beilleszthető!
3. Mitől tekinthető a GIS használata többnek, mint pusztán informatikai eszköz az órán?
4. Melyek a digitális tananyag legfontosabb jellemzői GIS használatával (legalább kettőt említs)?
5. Nevez meg legalább két konkrét GIS eszközt, amelyek digitális tananyag létre-

hozására alkalmasak!

6. Mi a térképes feladatlapok lényege, és hogyan járulnak hozzá a tanulók térbeli gondolkodásához?
7. Milyen fő jellemzőkkel bír egy interaktív térkép prezentáció? (sorolj fel legalább kettőt!)
8. Adj példát egy tanórai alkalmazásra, ahol az interaktív térkép prezentáció hatékonyan használható!

Irodalom és források

1. Dékány Krisztina (2018): Hogyan tudnánk felhasználni a nemzetközi tapasztalatokat hazánkban? GeoMetodika. Tanulmányok. 2018. <https://foldrajztanitas.elte.hu/index.php/2018/10/11/geoinformatika-a-kozoktatasban-avagy-hogyan-tudnank-felhasznalni-a-nemzetkozi-tapasztalatokat-hazankban/>
2. GeoMetodika - földrajz szakmódszertani folyóirat. <https://geometodika.hu/>
3. ArcGIS for Schools: <https://www.esri.com/schools>
4. GIS in Education Guide: <https://gisgeography.com>

26. TÉMA

GEOINFORMATIKAI ETIKA ÉS ADATVÉDELEM

26.1. A geoinformatikai etika fogalma és jelentősége

A **geoinformatikai etika** a térinformatikai adatok előállításával, kezelésével, felhasználásával és megosztásával kapcsolatos erkölcsi, jogi és társadalmi kérdéseket vizsgálja.

Az etikai szempontok különösen fontosak, mivel a geoinformatika – például a GPS-alapú helymeghatározás, műholdfelvételek, drónfelvételek vagy térinformatikai adatbázisok – gyakran olyan információt kezel, amely érzékeny, személyes vagy stratégiai jellegű.

A digitális korszakban az adat a „**21. század olaja**”, és a térbeli adatok ebben kiemelt helyet foglalnak el. A földrajzi helyekhez kapcsolódó információk **összekapcsolhatók** más adatbázisokkal, amelyekből összetett személyes profilok rajzolhatók meg. Ezért a geoinformatikai szakembereknek nem csupán technikai, hanem **etikai felelősségük** is van.

Az etikai problémák kialakulásának fő tényezői:

- **Adatok érzékenysége:** például katonai objektumok helyzete, személyes mozgási útvonalak.
- **Adatok összekapcsolhatósága:** több, különböző forrásból származó adat kombinálása révén egyedi, érzékeny információ nyerhető.
- **Technológiai fejlődés gyorsasága:** a szabályozások sokszor lemaradnak a technológiai lehetőségektől.
- **Globális adatáramlás:** egy térinformatikai adat gyakran több ország joghatósága alá tartozhat.

Példák mindennapi helyzetekre

- **Okostelefonos helymeghatározás:** Egy felhasználó rendszeresen használja a Google Térképet, amely a háttérben rögzíti az útvonalait. Ez lehetővé teszi, hogy pontos profilt készítsenek a napi rutinjáról.
- **Közösségi médiában megosztott térképes fotó:** Egy túrázó GPS-koordinátákkal ellátott képet oszt meg ritka, védett növények élőhelyéről. Ez segítheti a természet-

védelmi munkát, de a helyszín nyilvánosságra hozása veszélyeztetheti a területet.

- **Nyílt forráskódú térképek frissítése:** Önkéntesek az OpenStreetMap-en feltöltenek épület- és útinformációkat. A pontos helyek közzététele biztonsági kockázatot jelenthet (pl. kritikus infrastruktúra esetén).

Fő etikai alapelvek a geoinformatikában

- **Adatminimalizálás** – csak a szükséges adatokat gyűjtjük és tároljuk.
- **Hozzájárulás** – személyes adatok rögzítése előtt a tulajdonos beleegyezésének beszerzése.
- **Átláthatóság** – az adatgyűjtés céljának és módjának egyértelmű kommunikálása.
- **Biztonság** – az adatok védelme jogosulatlan hozzáférés ellen.
- **Közérdek és magánérdek egyensúlya** – a társadalmi haszon és az egyéni jogok összehangolása.

Egy geoinformatikusnak:

- tisztában kell lennie az adatvédelmi jogszabályokkal (pl. GDPR),
- képesnek kell lennie az adatkockázatok felmérésére,
- etikai szempontból mérlegelnie kell minden adatközlés vagy -közzététel előtt,
- példát kell mutatnia az adatok felelős használatában, különösen oktatási környezetben.

26.2. Személyes adatok védelme a térinformatikában

A **személyes adat** minden olyan információ, amely alapján egy élő természetes személy közvetlenül vagy közvetve azonosítható. A térinformatikában ez a következő lehet:

Pozícióadatok: GPS-koordináták, címek, mozgási útvonalak.

Helyhez kötött események: például egy személy jelenléte egy adott helyen, adott időpontban.

Fotók és videók: amelyek metaadataiban GPS-adatok szerepelnek.

Kombinált adatok: ha más adatbázisokkal összekapcsolva azonosítják az egyént.

Egy diák például feltölthet egy városi zajszintmérési projekt eredményeit GPS-koordinátákkal, amelyekből következtetni lehet a lakóhelyére vagy napi útvonalára. Ez

már személyes adatkezelést jelent.

Adatvédelmi jogszabályok

A térinformatikai szakembereknek és oktatóknak ismerniük kell a fő jogszabályokat:

Európai Unió – GDPR (General Data Protection Regulation)

Fő elvek: Jogszerűség, tisztességes adatkezelés, átláthatóság. Célhoz kötöttség. Adat-minimalizálás. Pontosság. Korlátozott tárolhatóság. Integritás és bizalmas jelleg.

Magyarország – 2011. évi CXII. törvény az információs önrendelkezési jogról.

Ukrajna – Закон України «Про захист персональних даних» (2003, módosítva 2021).

Adatvédelmi kockázatok térinformatikai projektekben

- **Illetéktelen hozzáférés** – pl. oktatási szerverre feltöltött nyers GPS-adatok nyilvánosságra kerülése.
- **Útvonalprofilozás** – a mozgási mintákból szokások, napi rutinok kiderítése.
- **Túl pontos adatok közzététele** – például 1 méteres felbontású légifelvétel lakóterületekről.
- **Nyílt adatfelületek figyelmetlensége** – pl. rosszul beállított OpenStreetMap szerkesztés, ami személyes ingatlaninformációkat is tartalmazhat.

Technikai megoldások személyes adatok védelmére

- **Anonimizálás:** személyhez köthető adatok eltávolítása vagy módosítása.
- **Generalizálás:** a pontosság csökkentése (pl. GPS-koordináták kerekítése).
- **Aggregálás:** adatok összesítése (pl. egyéni helyek helyett zónák megjelenítése).
- **Hozzáférés-szabályozás:** csak jogosult felhasználók számára elérhető adat.
- **Titkosítás:** az adatok kódolása tárolás és átvitel közben.

26.3. Adatforrások jogi kérdései a geoinformatikában

A geoinformatikai projektekben használt adatok nemcsak technikai, hanem **jogi és etikai kötelezettségekkel** is járnak. Egy térkép, műholdfelvétel vagy nyílt adatbázis felhasználása **engedélyekhez, licenchez vagy szerzői jogi feltételekhez** kötött lehet.

Ha ezek a feltételek nem teljesülnek, az **jogvitához, anyagi kárhoz és reputáci-**

ős veszteséghez vezethet – még oktatási környezetben is.

Adatforrások típusai jogi szempontból

- **Saját gyűjtésű adatok.** Jogilag egyszerűbb, de figyelni kell a személyes adatok védelmére és a területre vonatkozó engedélyekre (pl. természetvédelmi területre belépés).
- **Nyílt adatok (Open Data).** Ingyenesen hozzáférhetők, de **licencfeltételek** szerint kell használni (pl. OpenStreetMap adatok – ODbL licenc).
- **Kereskedelmi adatok.** Pénzért vásárolt adatkészletek, amelyek **szigorú felhasználási korlátokat** tartalmazhatnak (pl. tilos nyilvánosan közzétenni, vagy csak adott projektre használható).
- **Harmadik féltől származó adatok.** Partnerektől, kutatóintézetektől kapott információk, amelyekhez egyedi szerződés (MoU, NDA) tartozik.

Licenc típusok a geoinformatikában

1. Creative Commons (CC) licenck:

- **CC BY** – felhasználás engedélyezett, de forrásmegjelölés kötelező.
- **CC BY-SA** – hasonló, de a származékos műveket is ugyanazon licenccel kell közzétenni.
- **CC BY-NC** – nem kereskedelmi célra használható.

2. ODbL (Open Database License) – pl. OpenStreetMap, amely megköveteli a forrásmegjelölést és a módosítások visszaosztását.

3. Proprietary (zárt) licenck – kizárólag a licenctulajdonos engedélyével használhatóak (pl. Google Earth Pro adatai nem publikálhatók engedély nélkül).

Gyakori jogi hibák GIS projektekben

- Google Maps képernyőmentés feltöltése forrásmegjelölés nélkül.
- OpenStreetMap adatok felhasználása, de a licencfeltételek figyelmen kívül hagyása.
- Harmadik féltől származó adat továbbadása, ami a szerződés szerint tilos.
- Nyilvánosan közzétett műholdfelvétel manipulálása engedély nélkül.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Fogalmazd meg röviden, miért különösen fontosak az etikai szempontok a geoinformatikában a 21. században!
2. Melyik NEM tartozik a fő etikai alapelvek közé a geoinformatikában?
 - a) Adatminimalizálás
 - b) Hozzájárulás
 - c) Profitmaximalizálás
 - d) Biztonság
3. Mondj egy példát olyan hétköznapi helyzetre, ahol etikai problémát
4. Melyik licenc vonatkozik az OpenStreetMap adatainak felhasználására?
 - a) CC BY-NC
 - b) ODbL
 - c) GPL
 - d) CC BY-SA
5. Sorolj fel legalább két gyakori jogi hibát, amely előfordulhat GIS projektekben!

Irodalom és források

1. Закон України «Про захист персональних даних»: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17>
2. Creative Commons – <https://creativecommons.org>
3. European Data Protection Board: <https://edpb.europa.eu>
4. OpenStreetMap Hungary – https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Hu:Main_Page
5. Lázár István (2018): *Adatvédelem a digitális világban*. Typotex Kiadó.
Nemzeti Adatvédelmi és Információszabadság Hatóság – <https://www.naih.hu>

27. TÉMA

JÖVŐBELI TRENDEK A GIS-BEN

27.1. A GIS modern fejlődése

A geoinformatika jövőbeli irányainak ismerete több szempontból is kiemelten fontos:

- **Szakmai felkészültség** – a geoinformatikusoknak és földrajztanároknak érteniük kell az új technológiákat.
- **Munkaerőpiaci relevancia** – a modern GIS szakembereknek a hagyományos térképezés mellett AI-, adatbázis-kezelési és vizualizációs készségekre is szükségük van.
- **Oktatási innováció** – a jövőbeli trendek beépítése az oktatásba motiválja a diákokat és közelíti az anyagot a mindennapi élethez.

A GIS fejlődését napjainkban főként az alábbi területek húzzák:

- **Mesterséges intelligencia és gépi tanulás** – automatizált téradat-értelmezés és előrejelzés.
- **Big Data elemzés** – hatalmas adathalmazok kezelése, valós idejű információk.
- **3D modellezés és virtuális valóság** – realisztikus városmodellek és szimulációk.
- **IoT (Internet of Things)** – szenzoradatok integrálása a GIS rendszerekbe.
- **Felhőalapú megoldások** – bárholnan elérhető téradat-szolgáltatások.

A GIS a mindennapi alkalmazásra

Képzeljünk el egy **okosváros közlekedésirányítási rendszerét**, amely valós idejű szenzoradatok, forgalmi kamerák és lakossági visszajelzések alapján folyamatosan optimalizálja a közlekedési lámpák működését, javasol alternatív útvonalakat, és előrejelzi a dugókat.

- A rendszer **AI-t használ** a mintázatok felismerésére.
- **Big Data** technológiával elemzi az adatokat.
- A felhasználó egy **mobilalkalmazáson** keresztül kapja meg a valós idejű információt.

27.2. AI és gépi tanulás a GIS-ben

A mesterséges intelligencia (AI) és a gépi tanulás (Machine Learning – ML) az elmúlt évtizedben robbanásszerű fejlődésen ment keresztül, és mára a térinformatikai rendszerek szerves részévé vált. Míg korábban a téradatok feldolgozása döntően manuális vagy egyszerű algoritmusokon alapult, ma már a GIS rendszerek képesek automatikusan felismerni objektumokat, előrejelezni folyamatokat és valós idejű döntéstámogatást nyújtani.

AI és ML alapfogalmak GIS kontextusban

Mesterséges intelligencia (AI): számítógépes rendszerek képessége olyan feladatok elvégzésére, amelyek általában emberi intelligenciát igényelnek (például mintázatfelismerés, döntéshozatal).

Gépi tanulás (ML): az AI egyik részterülete, amely algoritmusok segítségével mintákból és adatokból tanul, majd a tanult minták alapján előrejelzéseket végez.

Deep Learning: a gépi tanulás speciális formája, amely mély neurális hálózatok segítségével rendkívül komplex mintázatok felismerésére képes (például műholdképeken tárgyak azonosítása).

AI és ML felhasználása a GIS-ben

- **Objektumfelismerés távérzékelési adatokból.** Példa: épületek, utak, folyók automatikus azonosítása Sentinel-2 vagy Landsat képeken.
- **Előrejelző modellek készítése.** Példa: árvízveszély előrejelzése korábbi hidrológiai adatok és domborzatmodellek alapján.
- **Változásdetektálás.** Példa: erdőirtás kimutatása idősoros műholdképek összehasonlításával.
- **Optimalizációs feladatok.** Példa: legrövidebb útvonal meghatározása figyelembe véve a valós idejű forgalmi adatokat.
- **Térbeli klaszterezés.** Példa: bűnözési adatok csoportosítása veszélyeztetett városrészek azonosítására.

27.3. Big Data és térinformatika

A **Big Data** fogalma olyan adathalmazokra utal, amelyek méretük, sebességük és változatosságuk miatt meghaladják a hagyományos adatfeldolgozási módszerek kapa-

citását. A térinformatikában a Big Data szerepe kiemelkedő, hiszen a modern távérzékelési rendszerek, szenzorhálózatok és közösségi adatforrások óriási mennyiségű térbeli információt generálnak.

Az adatok hatékony kezelése és elemzése új algoritmusokat, nagy teljesítményű számítástechnikai infrastruktúrát és fejlett vizualizációs eszközöket igényel.

A Big Data jellemzői GIS kontextusban

A Big Data leírására gyakran használják a „5V-modellt”:

Volume (Mennyiség): több terabájtnyi, sőt petabájtnyi téradat (pl. műholdfelvételek napi frissítéssel).

Velocity (Sebesség): adatok valós idejű beérkezése (pl. GPS szenzorok flottakövetésben).

Variety (Változatosság): különböző típusú adatok – raszteres képek, vektoros térképek, szöveges metaadatok.

Veracity (Hitelesség): az adatok pontossága és megbízhatósága.

Value (Érték): a feldolgozott adatokból kinyerhető gyakorlati információ.

Big Data forrásai térinformatikában

- **Távérzékelési adatok** (Landsat, Sentinel, PlanetScope)
- **GPS és IoT szenzorok** (okosvárosok forgalmi adatai, környezeti monitoring állomások)
- **Közösségi adatok** (OpenStreetMap, Twitter geotagelt bejegyzések)
- **Kormányzati nyílt adatportálok** (pl. Copernicus Open Access Hub, Geoportal.hu)

Big Data feldolgozási eszközök és módszerek

1. Felhőalapú GIS platformok

- *Google Earth Engine* – nagy mennyiségű távérzékelési adat elemzése.
- *Esri ArcGIS Online* – interaktív térképek készítése valós idejű adatfolyamokkal.

2. Párhuzamos adatfeldolgozás. Hadoop, Spark GIS-bővítményekkel.

3. Adattárolás és indexelés. NoSQL adatbázisok (MongoDB, Cassandra) térbeli indexeléssel.

4. Valós idejű adatfolyam-kezelés. Apache Kafka és GeoEvent Server integráci-

ója.

Big Data elemzési technikák GIS-ben

- **Idősoros elemzés** – változások kimutatása hosszú időszakok adatai alapján.
- **Prediktív modellezés** – jövőbeli trendek előrejelzése (pl. városnövekedés, erdőborítás csökkenése).
- **Mintázatfelismerés** – gépi tanulás segítségével térbeli klaszterek azonosítása.
- **Valós idejű döntéstámogatás** – katasztrófhelyzetek gyors elemzése és beavatkozási tervek készítése.

27. 4. 3D GIS és virtuális valóság

A térinformatika fejlődésével a **háromdimenziós (3D) GIS** és a **virtuális valóság (VR)** egyre nagyobb szerepet játszik a térbeli adatok megjelenítésében, elemzésében és oktatásában.

A 3D-s térképek valósághűen mutatják be a domborzatot, épületeket, infrastruktúrát és más objektumokat, míg a VR lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy interaktívan „belépjenek” a térbe.

Ez különösen hasznos várostervezésben, környezetvédelemben, örökségmegőrzésben és oktatásban.

A 3D GIS alapjai

A 3D GIS egy hagyományos 2D GIS kiterjesztése, amely:

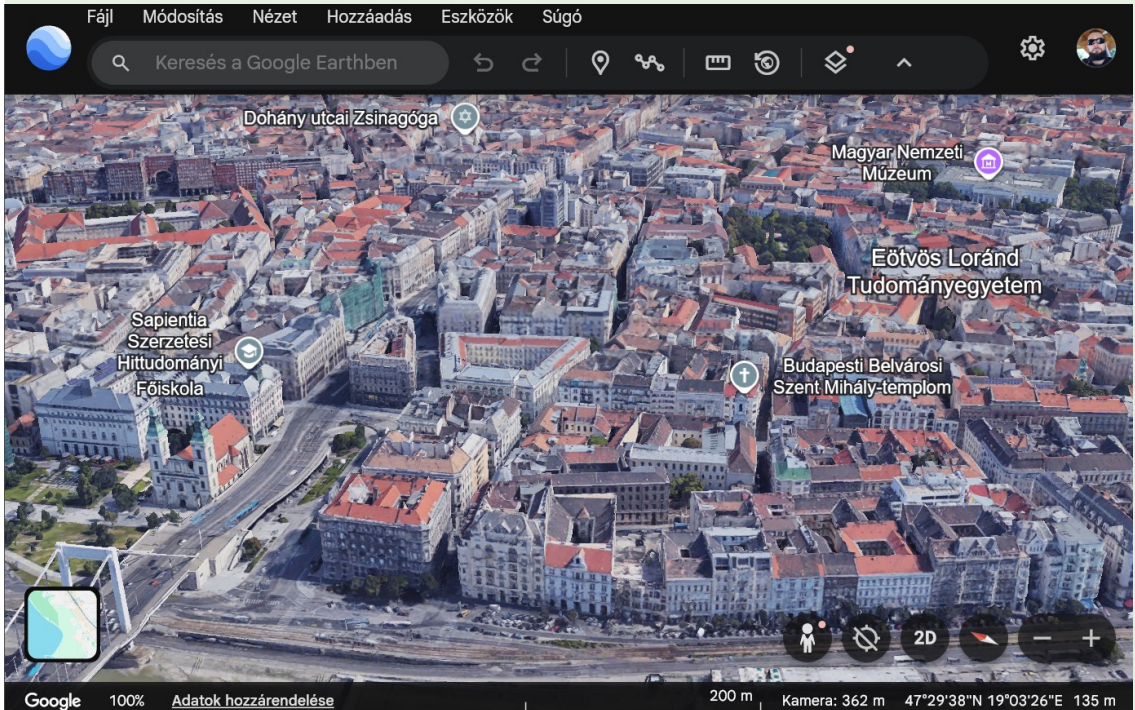
- **X és Y koordináták mellett Z dimenziót** is kezel (magasság, mélység).
- Térbeli objektumokat poligonok helyett térfogati modellekkel (pl. poligonmesh) ábrázol.
- Integrálja a domborzatmodellt (DEM) és a 3D épületmodelleket.

3D adatforrások

- **Lézerszkennelés (LiDAR)** – nagy pontosságú magassági adatok.
- **Fotogrammetria** – drónfelvételek és légi fotók feldolgozása 3D modellel.
- **BIM (Building Information Modeling)** – épülettervezési adatok integrálása.
- **Műholdas radarinterferometria (InSAR)** – domborzatváltozás mérése.

Virtuális valóság a térinformatikában

A VR technológiák (pl. Oculus Rift, HTC Vive) lehetővé teszik: Virtuális séták városmodellekben. Oktatási szimulációk (pl. árvízmodellezés 3D-ben). Történelmi rekonstrukciók interaktív bejárása.



Google Earth 3D megjelenítés

3D GIS és VR szoftverek

- **ArcGIS Pro 3D Analyst** – domborzati és városmodellek elemzése.
- **QGIS 3D View** – nyílt forráskódú 3D adatvizualizáció.
- **CesiumJS** – webes 3D térképek készítése.
- **Unity + GIS pluginok** – játékfejlesztő környezet VR térképes projektekhez.

Felhasználási területek

- **Várostervezés** – új közlekedési infrastruktúra vizuális tesztelése.
- **Környezetvédelem** – árvízmodellezés vagy erdőirtás vizuális bemutatása.
- **Turizmus** – interaktív városbejárás VR-ban.
- **Oktatás** – terepgyakorlatok szimulációja.



27.5. Okosvárosok (Smart Cities)

Az **okosváros** fogalma a 21. század elején jelent meg, és a modern települések olyan fejlesztési koncepcióját jelöli, amely a digitális technológiák, az IoT (Internet of Things), a Big Data és a mesterséges intelligencia segítségével javítja a város működését, a lakosság életminőségét és a fenntarthatóságot.

A GIS kulcsszerepet játszik az okosvárosokban: térbeli adatok segítségével támogatja az infrastruktúra-fejlesztést, a közlekedés optimalizálását, az energiafelhasználás csökkentését és a környezetvédelem erősítését.

A GIS szerepe az okosvárosokban

- **Valós idejű adatok integrálását** (pl. közlekedési szenzorok, időjárási állomások adatai).
- **Infrastruktúra nyomon követését** (útburkolat állapota, közművek).
- **Közlekedési útvonalak optimalizálását** (forgalomszimulációk).
- **Energiagazdálkodás modellezését** (pl. napenergia-potenciáltérképek).
- **Városi zöldfelületek állapotának felmérését.**

<https://www.linkedin.com/pulse/okos-v%C3%A1ros-projektek-magyarorsz%C3%A1gon-p%C3%A9ld%C3%A1k-kih%C3%ADv%C3%A1sok-8bntf>

Főbb okosváros-alkalmazások

- **Közlekedésirányítás** – forgalmi dugók csökkentése valós idejű útvonaltervezéssel.
- **Okos közvilágítás** – szenzorokkal vezérelt energiahatékony lámpák.
- **Hulladékgazdálkodás** – szenzorok a gyűjtőedények telítettségének mérésére.
- **Közbiztonság** – térfigyelő rendszerek integrálása GIS-be.
- **Környezeti monitoring** – légszennyezés és zajszint mérése térbeli adatelemzéssel.

Adatforrások okosvárosokhoz

- **IoT-szenzorhálózatok** (forgalmi, környezeti, energiafelhasználási adatok).
- **Mobiltelefonos helymeghatározás** (tömegközlekedési optimalizálás).
- **Nyílt adatportálok** (Open Data).
- **Műholdas távérzékelés** (épületárnyékolás, zöldfelület-elemzés).

Példák GIS-alapú okosváros-megoldásokra

- **Barcelona** – integrált városi adatközpont, amely a közlekedést, hulladékgazdálkodást és a közvilágítást optimalizálja.
- **Szingapúr Virtual Singapore** – 3D városmodell, amely támogatja a várostervezést és a katasztrófavédelmet.
- **Budapest Smart City Pilot** – közlekedési és környezetvédelmi szenzorhálózat tesztelése.

Ellenőrző kérdések a fejezethez

1. Miért tekinthető kulcsfontosságúnak a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás integrálása a modern GIS rendszerekbe? Hozz példát gyakorlati alkalmazásra!
2. Hogyan járul hozzá a Big Data elemzés a városi és környezeti problémák megoldásához a térinformatikában?
3. Milyen előnyöket biztosít a felhőalapú GIS a hagyományos, helyben telepített rendszerekkel szemben?
4. Fejtsd ki, hogyan használható a 3D GIS és a virtuális valóság az oktatásban és a várostervezésben!
5. Milyen új kompetenciákra van szüksége a jövő GIS szakembereinek a munkaerőpiaci elvárások teljesítéséhez?

6. Ismertesd, hogyan alkalmazható a prediktív modellezés a térinformatikai elemzésekben, és adj egy példát!
7. Mit jelent az IoT (Internet of Things) szerepe a GIS-ben, és milyen típusú adatokat szolgáltathat egy okosváros számára?
8. Milyen etikai és adatvédelmi kihívások merülhetnek fel a valós idejű döntéstámogató GIS rendszerekben?
9. Mutasd be, hogyan támogathatja a GIS a közlekedésirányítást és az energiafelhasználás optimalizálását az okosvárosokban!
10. Szerinted melyik modern GIS trend (AI, Big Data, 3D, IoT, okosvárosok) lesz a legmeghatározóbb a következő évtizedben, és miért?

Irodalom és források

1. Голінко В. В. Автоматизація обробки геоінформаційних даних технологією нейромережі [Текст] / В. В. Голінко, О. Ю. Недоснований // Технології та інжиніринг. - 2023. - № 4 (15). - С. 9-16. Іваненко, О. (2021). „Великі дані та їх використання в ГІС.” *Географічний журнал*, 117(4), 45–53.
2. Непошивайленко Н.О. (2018): Конспект лекцій з дисципліни основи геоінформаційних систем для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою зі спеціальності «101 Екологія» для очної і заочної форм навчання МОДУЛЬ 1. Дніпровський Державний Технічний Університет. Кам'янське, 2018. <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/42/5-42-kl13.pdf>
3. Esri Big Data Analytics - <https://www.esri.com/partners/rmm-analytics-a2T70000000TNd4EAG/big-data-analytics-v-a2d39000000494kAAA>
4. OpenStreetMap Data - https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Downloading_data
5. Rab Judit, Szemerey Samu (2018): Az okos város fejlesztési modell módszertani alapjai. Lechner Tudásközpont Területi, Építészeti és Informatikai Nonprofit Kft. 2018. http://okosvaros.lechnerkozpont.hu/sites/default/files/2018-10/az-okos-varos-fejlesztési-modell-modszertani-alapjai_online.pdf
6. Virtual Singapore projekt - <https://geospatialworld.net/prime/case-study/national-mapping/virtual-singapore-building-a-3d-empowered-smart-nation/>
7. ESRI Smart Cities megoldások - <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/en-us/media/ebooks/aec-smart-cities.pdf>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА / AJÁNLOTT IRODALOM

Ajánlott irodalom / Базова література навчальної дисципліни

1. Андрейчук. Ю. М., Ямелинець Т. С. (2015): ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі: Навч. посіб. "Простір-М". Львів, 2015. 284 с. https://wwf.panda.org/wwf_news/?256338/book-gis
2. Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. (2014): Геоінформаційні системи і бази даних. Монографія. НДУ ім. М. Гоголя, Ніжин : 2014. – 492 с. <https://er.nau.edu.ua/items/e87e3737-1684-48bc-be2f-e1e1350b02f2>
3. Зубик А. І. ГІС в урбаністиці та просторовому плануванні. Навчально-методичний посібник. Географічний факультет. Кафедра географії. Львівський національний університет ім. Івана Франка. Львів, 2021. <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/03/Zubyk-HIS-v-urbanistytsi-ta-prostorovomu-planuvanni-book.pdf>
4. Світличний О.О., Плоницький С.В. (2025): Основи геоінформатики. Навчальний посібник. Суми. ВТД «Університетська книга», 2025. 294.
5. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. (2021): Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS. Навч. посіб. ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. 228 с. https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/GIS-in-Nature-Protection_QGIS.pdf
6. Карабінюк М., Лета В. (2024): Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Тематична картографія» для здобувачів денної та заочної форм навчання спеціальності 106 географія. ДВНЗ «Ужгородський Національний Університет» Мукачівський Державний Університет. Ужгород, 2024. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/62548/1/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0%20%28%D1%86%D1%96%D0%BB%D0%B0%29.pdf>
7. Костріков С. В., Сегіда К. Ю. (2016): Географічні інформаційні системи. Навчально-методичний посібник для аудиторної та самостійної роботи студентів за спеціальностями «Географія», «Економічна та соціальна географія» з дисципліни Географічні інформаційні системи. Харківський Національний

- Університет імені В. Н. Каразіна. Харків, 2016. http://soc-econom-region.univer.kharkov.ua/wp-content/uploads/2017/07/Metoduchka_GIS_2016.pdf
8. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. (2021): Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS. Навч. посіб. ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. 228 с. https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/GIS-in-Nature-Protection_QGIS.pdf
9. Pál Márton (2024): Alkalmazott geoinformatika. Jegyzet az ELTE földtudományi alapszak harmadéves Geoinformatika 2. elméleti és gyakorlati kurzusaihoz. ELTE Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. Budapest. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2953/PalMarton_alkalmazott_geoinformatika_0626.pdf
- Varga Ágnes (2017): Digitalizálás. Népsűrűségi és úthálózati térkép készítése ArcGIS 10-ben. Oktatási segédlet. Gazdaságföldrajz, Geoökonómia és Fenntartható Fejlődés Intézet Budapesti Corvinus Egyetem. https://agivarga.web.elte.hu/GIS1_2_tutorial_digitalizalas.pdf
- OSM Tippek. OpenStreetMap szerkesztés kezdőknek és haladóknak. <https://www.osmtippek.hu/kezdok-kezikonyve/adatok-gyujtese/>

- Білоус В.В., Боднар С.П. Фотограмметрія (2021): Навчальний посібник. – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2021 р. – 137 с. https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/navch_pos_fotogrametri_bilous2021_proekt.pdf
- Костріков С. В.,Сегіда К. Ю. (2016): Теоретична і прикладна геоінформатика Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна. Харків.
- Молнар Д. Стефан, Оросі Дора, Бірток Ванесса (2024): Збірник наукових термінів з предмету «Картографія з основами топографії». Методичний посібник для засвоєння основних термінів з дисципліни «Картографія з основами топографії». Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II, Берегове, 2024. – 99 с. – у формі електронного видання.
- Павленко Л.А. (2013): Геоінформаційні системи. Навч. посіб. Вид. ХНЕУ, Харків, 2013. 260 с. <https://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/11971/1/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%20%20%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%>

[D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf](#)

- Петренко О. Я. (2017): Географічний та просторовий аналіз даних засобами ArcGIS. Навчальний посібник. Міністерство Освіти і Науки України Національний Університет Харчових Технологій Інститут Післядипломної Освіти. Київ. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/03af0f70-5eb8-40ec-9a7a-d7ea908feb82/content>
- Сухий П. О., Сабадаш В. І., Дарчук К. В. (2020): Супутникова геодезія: навч.-метод. посібник / - Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. 372 с.
- Bácsatya László – Márkus István (2001): Fotogrammetria és távérzékelés. Tankönyvpótló segédlet az erdőmérnök hallgatók részére. Kézirat. Sopron. 2001 http://nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/efelt/doc-fft/03_Oktatas/02_Jegyzetek/Bacsatya-Markus_2001_Fotogrammetria_es_taverzekeles.pdf
- Belényesi M., Kristóf D., Neidert D. (2008): Távérzékelés a környezetgazdálkodásban. Szent István Egyetem, A Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet jegyzete, Gödöllő.
- Detrekői Á., Szabó Gy (2002): Bevezetés a térinformatikába. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Dr. Ungvári Zsuzsanna (2022). Szkriptek és pluginek fejlesztése QGIS-hez. ELTE IK Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet. https://www.inf.elte.hu/dstore/document/2952/ungv%C3%A1ri_zsuzsanna_qgis_pluginfejleszt.es.pdf
- John Wiley & Sons, 560. Bolstad, P. (2019): GIS Fundamentals. Eider Press.
- Havas Gergely (2009): Internetes földtani térképek szerkesztési elvei. Doktori értekezés. Magyar Állami Földtani Intézet. Budapest, 2009. http://lazarus.elte.hu/hun/doktoran/havas/havas_2009_phd.pdf
- Klinghammer I., Papp-Váry Á. (1992): Tematikus kartográfia. 5. változatlan kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J. and Rhind, D.W. (2015) Geographic Information Science and Systems.
- Sutton, T., Dassau, O., Sutton, M. (2020): A Gentle Introduction to GIS. GIS Community. https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/gentle_gis_introduction/index.html
- Sümeghy Zoltán, Unger János, Gál Tamás (2009). Térképészet. JATE Press. Szeged, 2009.

Internetes források / WEB ресурсы

- Державне космічне агентство України: <https://www.nkau.gov.ua>
- Перші кроки в OpenStreetMap.org. <https://learnosm.org/uk/beginner/start-osm/>
- A GPS helymeghatározó rendszer. <http://lazarus.elte.hu/tajfutas/magyar/archiv/dg/3.htm>
- ArcGIS Network Analyst – ESRI hálózatelemzési modul: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-network-analyst/overview>

ArcGIS Online – Thematic Mapping Tools: <https://www.arcgis.com> BASE – <https://www.base-search.net>

ColorBrewer – Színskála kiválasztás segéd: <https://colorbrewer2.org>

Copernicus EU-DEM: <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem>

Copernicus Land Monitoring Service – Várostervezési adatforrások: <https://land.copernicus.eu>

Copernicus Open Access Hub – <https://scihub.copernicus.eu>

EO Browser – <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

ERDAS Imagine felhasználói kézikönyv: <https://www.hexagongeospatial.com>

ESRI (2023): GIS Best Practices. <https://www.esri.com>

ESRI ArcGIS hivatalos dokumentáció: <https://pro.arcgis.com>

ESRI Publications – <https://www.esri.com/en-us/about/newsroom/>

Fotogrammetria. <https://lechnerkozpont.hu/oldal/fotogrammetria>

Földrajzi helymeghatározás, a GPS. <https://www.astro.u-szeged.hu/szakdolgozasi-vegiandras/felhasznalas/helymeghatarozas.html>

GISGeography – ArcGIS és ERDAS összehasonlítás: <https://gisgeography.com>

Google Earth Engine: <https://earthengine.google.com>

Google Maps Platform – Directions API: <https://developers.google.com/maps/documentation/directions>

Google My Maps – Online térképkészítés: <https://www.google.com/mymaps>

Google Scholar – <https://scholar.google.com>

<http://uhmi.org.ua>

<https://atmosphere.copernicus.eu>

<https://copernicus.eu>

<https://earthexplorer.usgs.gov>

<https://hexagon.com/products/erdas-imagine>

<https://hydrosheds.org>

<https://map.mbfisz.gov.hu>

<https://www.met.hu>

<https://www.ovf.hu>

<https://www.vizugy.hu>

<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-energy-and-health>

NASA Earthdata DEM resources: <https://earthdata.nasa.gov/>

OpenAIRE – <https://www.openaire.eu>

OpenRouteService – Útvonaltervezés nyílt adatokkal: <https://openrouteservice.org>

OpenStreetMap Україна. Вільна мапа — створювати яку може кожен. <https://openstreetmap.org.ua/>

QGIS Documentation – Network Analysis Tools: https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/network_analysis.html

QGIS Documentation (2024): <https://docs.qgis.org>

ResearchGate – <https://www.researchgate.net>

Scopus – <https://www.scopus.com>

Sentinel Hub українською: <https://www.sentinel-hub.com>

USGS Earth Explorer: <https://earthexplorer.usgs.gov>

Web of Science – <https://www.webofscience.com>

WorldPop – Népszégi adatok világszinten: <https://www.worldpop.org>

Навчальне видання

Основи ГІС **(Конспект лекцій, на угорській мові)**

Навчальний посібник призначено для ефективного засвоєння програмного матеріалу та самостійної роботи студентів денної та заочної форм навчання, рівень вищої освіти: перший (бакалаврський), спеціальності бакалаврів «А4.07 Географія» Закарпатського угорського інституту ім. Ференца Ракоці II. У посібнику матеріал викладено у логічній послідовності у відповідності до освітньо-професійної програми, навчального плану та робочої програми навчальної дисципліни «ГІС».

2025 р.

Затверджено до використання в освітньому процесі
на засіданні кафедри історії та суспільних дисциплін
Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II
(протокол №5 від 21 серпня 2025 року)

Розглянуто та рекомендовано Радою із забезпечення якості вищої освіти
Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II
(протокол №7 від 26 серпня 2025 року)

Рекомендовано до видання у електронній формі (PDF)
рішенням Вченої ради Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II
(протокол №8 від 28 серпня 2025 року)

Підготовлено до видання в електронній формі (PDF) кафедрою географії та туризму Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Розробники методичних вказівок:

Стефан Молнар Д – доктор філософії у галузі природничих наук за спеціальністю (спеціалізацією) «Науки про Землю», доцент кафедри географії та туризму Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Лівія Гергей – викладач кафедри географії та туризму Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Рецензенти:

Ференц Сіладі – декан факультету Економічних та суспільних наук Християнського Університету Partium

Тібор Іжак – кандидат географічних наук, заступник завідувача кафедри географії та туризму Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

Відповідальний за випуск:

Йосип МОЛНАР – кандидат географічних наук, доцент, завідувач кафедри географії та туризму Закарпатського угорського інституту імені Ференца Ракоці II

За зміст курсу лекцій відповідальність несуть розробники.

Видавництво: Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II (адреса: пл. Кошута 6, м. Берегове, 90202. Електронна пошта: foiskola@kmf.org.ua) *Свідомо про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції Серія ДК 7637 від 19 липня 2022 року*

Шрифт «Times New Roman». Розмір сторінок методичних вказівок: В4 (176 × 250 мм). 184 сторінок