

Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці ІІ

Кафедра біології та хімії

Реєстраційний № _____

Кваліфікаційна робота

ВИВЧЕННЯ ЗМІНИ РОСЛИННОСТІ МІСТА БЕРЕГОВО

ЖЕНДЕЙ КІНГА КАРЛІВНА

Студентка ІІ-го курсу

Освітня програма 091 Біологія

Ступінь вищої освіти: магістр

Тема затверджена Вченою радою ЗУІ

Протокол №__ від __ _____ 2022 року

Науковий керівник:

Гаднадь І.І.

доктор філософії, доцент

Завідувач кафедри біології та хімії:

Когут Ержебет Імріївна

доктор філософії, доцент

Робота захищена на оцінку _____, «__» _____ 2023 року

Протокол № _____ / 2023

Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці ІІ

Кафедра біології та хімії

Кваліфікаційна робота
Вивчення зміни рослинності міста Берегово

Ступінь вищої освіти: магістр

Виконла: студентка ІІ-го курсу

Жендей Кінга Карлівна

Освітня програма 091 Біологія

Науковий керівник: **Гаднадь І.І.**

доктор філософії, доцент

Консультант: **Молнар Федір Федорович**

магістр, викладач

Рецензент: **Повлін І.Е.**

к.с.-г.н., доцент

Берегове
2023

ЗМІСТ

ВСТУП	6
I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Поняття, значення та вплив міських зелених насаджень, концепція зелених насаджень, зелена зона	7
1.2. Дистанційне зондування та його використання в наукових дослідженнях	9
1.3. Нормалізований диференційований вегетаційний індекс (NDVI).....	10
1.4. Інтенсивність зелених насаджень (ZFI).....	11
1.5. Температура поверхні	12
II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ	14
2.1. Характеристика території дослідження.....	14
2.2. Характеристика супутників, використаних у дослідженні.....	15
2.3. Опис розрахунку NDVI та дата і причина завантаження зображень.....	18
2.4. Вступ до розрахунку та класифікації індексу ZFI.....	19
2.5. Теоретичні основи розрахунку поверхневої температури та її представлення, методологія обробки.....	20
2.6. Опис веб-сайтів, просторового та статистичного програмного забезпечення, використаного для обробки	22
2.6.1. USGS	22
2.6.2. Quantum Gis	23
2.6.3. JASP.....	24
III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОЦІНКА	25
ВИСНОВОК	34
РЕЗЮМЕ	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	38
ПОСИЛАННЯ НА ІНТЕРНЕТ-СТОРІНКИ	41
СПИСОК РИСУНКІВ	42
СПИСОК ТАБЛИЦЬ	44
ПОДЯКИ	

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola

Biológia és Kémia Tanszék

**A VÁROSI ZÖLDFELÜLET VÁLTOZÁSÁNAK VIZSGÁLATA
BEREGSZÁSZ TERÜLETÉN**

Diplomamunka

Képzési szint: mesterképzés

Készítette: Zsendely Kinga

II. évfolyamos hallgató

Képzési program: 091 Biológia

Témavezető: Dr. Hadnagy István

PhD, docens

Külső konzulens: Molnár Ferenc

MSc, tanár

Recenzens: Pólin Irén

a mezőgazd. tudom. kand., docens

Beregszász
2023

TARTALOM

BEVEZETÉS	6
I. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
1.1. A városi zöldfelület fogalma, jelentősége, hatásai, zöldfelület, zöldterület fogalmi megkülönböztetése.....	7
1.2. A távérzékelés és annak felhasználása természettudományos kutatásokban	9
1.3. A Normalizált Differenciált Vegetációs Index (NDVI)	10
1.4. A Zöldfelületi Intenzitás (ZFI)	11
1.5. A felszíni hőmérséklet	12
II. ANYAG ÉS MÓDSZER	14
2.1. A vizsgált terület jellemzése	14
2.2. A vizsgálatban felhasznált műholdak jellemzése	15
2.3. Az NDVI számítás bemutatása és a felvételek letöltésének időpontjai, annak okai	18
2.4. A ZFI-index számítás bemutatása és az osztályozás ismertetése	19
2.5. A felszíni hőmérséklet számításának elméleti háttere és annak bemutatása, feldolgozásának módszertana	20
2.6. A feldolgozáshoz használt weboldalak, térinformatikai és statisztikai programok ismertetése	22
2.6.1. USGS	22
2.6.2. Quantum Gis	23
2.6.3. JASP.....	24
III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS	25
ÖSSZEFOGLALÁS	34
PE3IOME	36
FELHASZNÁLT IRODALOM	38
INTERNETES HIVATKOZÁSOK	41
ÁBRÁK JEGYZÉKE	42
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	44
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	

BEVEZETÉS

A városi zöldterületek fogalma a településföldrajzban sokkal tágabb, mint a településrendezésben. A zöldfelületek (például a parkok, közparkok és szabadtéri sportterületek), valamint a természetközeli területek (erdők, gyepes és cserjés területek) mellett beleérti az összes sportterületet, a strandokat és fürdőket, a temetőket, állatkerteket és vidámparkokat és a városokban található vízfelületeket is, tehát minden olyan természetes, vagy épített környezeti elemet, amely alkalmas arra, hogy kielégítse az embereknek a hasznos és aktív szabadidő eltöltésével kapcsolatos különböző igényeit. A városfejlesztés egyik legnagyobb kihívása napjainkban a városok ezen rendszereinek fenntartása továbbá fejlesztése. Ez alapvető követelmény egy jó vagy legalább elfogadható városi klíma, a kedvező városszerkezet és arculat megteremtéséhez, vagyis az élhető települési táj környezeti, táji feltételeinek javításához (BARANYAI ÉS BALOGH, 2010).

A zöldfelületnek fontos ökológiai, ökonómiai, esztétikai és társadalmi szerepet tölt be a településeken. A zöldfelületeken számos funkció érvényesül, többféle területhasználat, épített elem is jelen van, továbbá a zöldfelület kiemelt jóléti, egészségügyi, környezetvédelmi, jelentősége is számottevő lakókörnyezetünk közelében (JOMBACH, 2014).

Kutatásunk célja Beregszász zöldfelületi állapotának és annak változásának vizsgálata – műholdfelvételek adatainak térinformatikai szemléletű elemzésével és feldolgozásával több évre visszamenőleg. Munkánk során két hipotézis fogalmazódott meg bennünk:

- az elmúlt 5 évben csökkent a Normalizált Differenciált Vegetációs Index mértéke Beregszász város területén
- a városi zöldfelületi index értékei összefüggésben állnak a felszíni hőmérséklet értékeivel: tehát minél magasabb egy adott terület vegetációja, annál alacsonyabb a felszíni hőmérséklet.

A téma aktualitását a fent említett érvek mellett az adja, hogy Beregszász területén ilyen jellegű kutatás még nem valósult meg.

I. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. A városi zöldfelület fogalma, jelentősége, hatásai, zöldfelület, zöldterület fogalmi megkülönböztetése

Sok esetben hajlamosak vagyunk elhanyagolni azt a tényt, hogy életminőségünk és komfortérzetünk meghatározó tényezője a környezetünkben található vegetáció. Ennek hatása egyaránt függ annak mennyiségétől és minőségétől is. Általánosságban véve a növények szolgáltatják a magasabb rendű élőlények számára a nélkülözhetetlen oxigént. A települési növényzet szerepe ennél is tovább terjed, mivel a lokális térben folytatott intenzív antropogén tevékenység fokozott szilárd és gáznemű káros anyag (por, gőzök, gázok) kibocsátással jár. Ezek elsősorban a közömbösítői a települések zöld növényei (REICHHOLF, 1999).

A városi zöldterületek legnagyobb feladata az, hogy lehetőséget adjon és teret biztosítson nemcsak a városlakóknak, hanem az oda látogatók számára is a pihenésre, sportolásra, kikapcsolódásra és minden olyan tevékenységre, amely az ember lelkét és testét feltölti és felüdíti (BARANYAI ÉS CSAPÓ, 2011).

A zöldterületek hatása minden település számára meghatározó. Környezetvédelmi, ökológiai, környezet-egészségügyi, esztétikai és használati szempontból fontosak, hozzájárulnak a településkép, a beépítések harmonizálásához, továbbá a városökológiai adottságok (mint a mikroklíma vagy a komforttényezők), a lakossági közérzet, a környezet minőségének és a településesztétikai adottságok javításához (BARANYAI ÉS BALOGH, 2010).

A városok technológiai fejlődése korunkban a motorizáció rohamos növekedésével együtt olyan veszélyszintet hoz létre, amelyet csak tudatosan tervezett, karbantartott és üzemeltetett zöldfelületekkel lehet kompenzálni. A különböző szakirodalomban nagy különbségek vannak a zöldterület definíciói között. A Magyar Magyar Magyarázó Kézikönyv (1990-as kiadás) nagyon tág fogalomként magyarázza: "növényzettel borított városi területek (kertek, parkok stb.)". Ezzel szemben a KSH (Központi Statisztikai Hivatal) szűkebb definícióval rendelkezik: "Városi zöldfelület: A település mikroklímájának javítására, szerkezetének lehatárolására szolgáló, nagyrészt növényzettel borított, a lakosság számára korlátozás nélkül kiránduló területek." Fontos azonban, hogy különbséget tegyünk e két definíció között (a zöldfelület és a zöldfelület fogalma) (PUSZTAI, 2011).

A zöldterület a város közhasználatú, növényzettel fedett önálló funkcionális egysége, ami legelső sorban rekreációs feladatokat, valamint esztétikai funkciókat tölt be. Tehát városi zöldterületnek nevezhető egy park, temető vagy akár egy strand. A város zöldfelülete ettől egy

általánosabb fogalom: hiszen ide tartozik minden olyan terület, amelyet döntő mértékben növényzet borít, függetlenül attól, hogy a település melyik területi egységén belül helyezkedik el. A definíció alapján tehát ide sorolható akár egy körforgalom növényzete, egy magánház kertje vagy egy iskolaudvar is (PUSZTAI, 2011).

A városok zöldfelülete egy rendszert alkot általában. Ennek a rendszernek három alaptípusa van:

- gyűrűs rendszer

Ez a zöldfelület több párhuzamos zöldgyűrűn keresztül köti össze a városközpontot.

- sugaras rendszer

Sugárirányú rendszer esetén a városközpontból kiindulva, a kivezető utakat követve ék alakú formában, nagyméretű, folyamatosan bővülő zöldfelületek jönnek létre.

- szigetes rendszer

A szigetrendszerben önálló funkciójú, egymástól megfelelő távolsággal elválasztott zöldterületek találhatók. Természetesen a valóságban ritkán találkozunk a három alaptípus tiszta formájával, és a legtöbb esetben csak egy kombinációt ismerünk fel. A városi zöldfelület használati szempontból három kategóriába sorolható:

1. Korlátlan közhasználatra szánt zöldfelület

a) Közpark: Küldetése, hogy viszonylag hosszú időn keresztül szórakozást nyújtson az embereknek. Feladata elsősorban a kikapcsolódás. A parkerdők a funkciójukhoz hasonló feladatokat látnak el.

b) Városi kert: A lakóhely közelében kialakított zöldfelület a felnőttek pihenési és a gyerekek játékigényét elégíti ki.

c) Lakossági közkertek: mindennapos közműves, (többszintes) épületek körüli zöldfelületek, az összes zöldfelületi kategória közül a leggyakrabban használt.

d) Közlekedési területek zöldfelületei: sajátos szerepű, a város urbanizációs hatásainak legjobban kitett zöldfelületi egység (PUSZTAI, 2011).

2. Korlátozott közhasználatú zöldfelület

Ide tartoznak mindazon valamilyen szempontból korlátozott használatú, de a zöldfelületi funkciót illetően teljes értékű kertek. Erre példa lehet a köztemető.

3. Közhasználat elől elzárt zöldfelület

Ebbe a kategóriába tartoznak a közintézmények, irodák, oktatási és egészségügyi intézmények, gyárak és vállalkozások helyiségei, valamint az otthonok és lakóházak kertjei. Ez a

kategória a zöldfelületi rendszer egyik legfontosabb eleme, hiszen a zöldfelület mérete akár többszöröse is lehet, és korlátlan ideig használható (PUSZTAI, 2011).

1.2. A távérzékelés és annak felhasználása természettudományos kutatásokban

A talajréteg a földnek a felszíntől a kőzetréteg felső határáig terjedő része, amelyet az időjárás viszontagságai nem érintettek. Ez elengedhetetlen a természetes környezetben zajló fizikai, kémiai és biológiai folyamatokhoz. A Föld felszínéről nyert információk alkalmazhatósága azóta foglalkoztatja a kutatókat, hogy a civil felhasználók elkezdtek használni a távérzékelést (DOMOKOS, 1984). A légifelvételzés nem mondható egy új információnyerési eljárásnak, csupán a technológia fejlődésével egyre szélesebb körben elérhető és alkalmazható nemcsak a katonai, de polgári célra is. Egyik legkorábbi és legnagyobb felhasználója a térképészet volt, de nem elhanyagolható a természettudomány más területein való alkalmazhatósága sem. A légifotózás előnye, hogy nagy területet fed le a kép, és gyors a feldolgozási sebesség. A légifotókat éppen ezen tulajdonságok miatt kedveli a geomorfológia, a hidrológia, a mezőgazdaság, a környezetvédelem és a régészet (BALOGH, 2013).

A távérzékelésről magyar nyelven a nyolcvanas évek közepén jelent meg áttekintő munka, ami a műszaki gyakorlatban való alkalmazásokat gyűjtötte egy kötetbe (DOMOKOS, 1984). A magyarországi felhasználók számára a távérzékelésről a következő összefoglaló műre a kilencvenes évek közepéig kellett várni. Ekkorra már megjelentek a műholdas távérzékeléssel nyert adatok feldolgozását megkönnyítő, digitális képkezelést lehetővé tevő számítógépek és programok, ennek megfelelően a távérzékeléssel foglalkozó művekbe bekerült a digitális képfeldolgozás témaköre is (MUCSI, 1995). A távérzékelés megjelent a magyarországi felsőoktatás tantárgyai között is, ezért a műholdas távérzékelésről egyetemi jegyzet is készült (LÓKI, 1996).

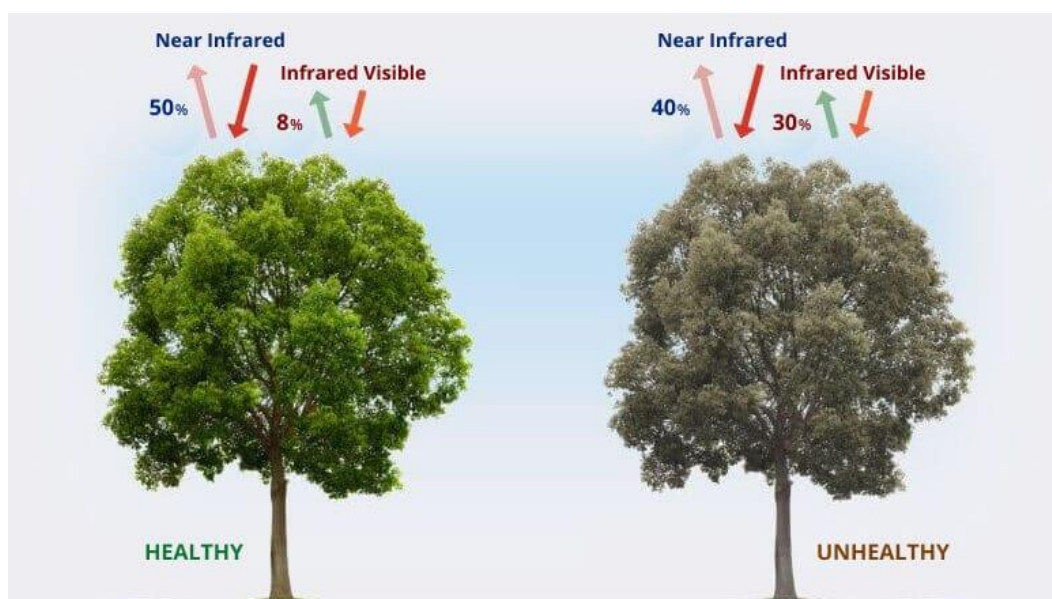
A műholdak a humán tudomány és technológia termékei, céljuk az, hogy információkat szerezzenek az általuk vizsgált égitestekről. A legtöbb mesterséges műhold a Föld körül kering. Nagy jelentőséggel bírnak a humán tudomány és technológia fejlődésében. Ma nem élhetünk nélkülük. Egy vagy több fontos feladatuk van, mint például a Föld felszínének (föld és víz), felhőtakaró, jégtakarók megfigyelése (INTERNET 1, Letöltés ideje: 2022.09.25.).

1.3. A Normalizált Differenciált Vegetációs Index (NDVI)

A növénytakaró változásainak megértése és elemzése számos szempontból nagyon fontos, beleértve az éghajlati változásokat, a vízháztartást, az ökológiai egyensúlyt és különösen a szükséges természetvédelmi intézkedések meghozatalát (REDDY ÉS PRASAD, 2018)

Az NDVI a legszélesebb körben elterjedt és használt műholdas vegetációs index, amely a talajfelszín fotoszintetikus aktivitására vonatkozik. A vegetációs index magasabb értékei intenzívebb zöld és egészséges zöld tömeget jeleznek, erős növényzet növekedéssel, megfelelő víz- és tápanyag ellátással. A felhőket fehér foltokként jelennek meg a térképeken. Az NDVI index kifejezetten a növény növekedés, a növények egészségi állapota, a legelők állapota és a biomassza becslésére használható (OMSZ, 2019).

A műholdon elhelyezett műszerek egyrészt a felszínről és a felhőzetről visszaverődő napsugárzást, másrészt pedig a felszín, a felhőzet, a légkör által kibocsátott sugárzást mérik. Napos időben a növényborítottság számításához a látható vörös (VIS) és a közeli infravörös (NIR) tartományban mért adatokat használja fel.



1. ábra. A közeli infravörös (Near Infrared) és a látható vörös (Visible) színtartományok elnyelődése, valamint visszaverődése az egészséges és gyengélkedő növények leveleiről (Internet 2, Letöltés ideje: 2023.05.03)

A növényállományról és a talajfelszínről visszavert sugárzás hullámhossz szerinti változása eltérő a látható vörös és a közeli infravörös tartományban. Ennek a különbségnek elsősorban a növény klorofill tartalma az oka, ugyanis a klorofill sugárzáselnyelése a látható tartományban nagy, viszont a NIR tartományban alacsony. Az egyes növények leveleinek elnyelése közti eltérések a levelek különféle felépítésének, pigment-, valamint víztartalmának a függvénye. Ez azt jelenti, hogy a levélfelület növekedésével, ezen kívül elhalásával párhuzamos módon változik a növényállomány sugárzás visszaverő, sugárzás elnyelő, továbbá sugárzás áteresztő képessége. Ha a növényállományt valamilyen ökológiai faktor hiánya (pl. vízhiány) sújtja, esetleg a vegetációs szakasz a vége felé közeledik, amikor csökken a klorofill tartalom, gyengül az elnyelés, ezen kívül a közeli infravörös visszaverés aránya a látható tartományban történő visszaveréshez mérten csökken. A Normalizált Differenciált Vegetációs Indexet egy számítási képlet alapján határozzák meg, ami a következő:

$$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED)$$

NIR - szemmel nem érzékelhető közeli infravörös

RED - látható fénytartomány vörös színhez tartozó hullámhossztartománya

A kutatási módszereknek vannak hibalehetőségei. Ezek egyik része radiometriai jellegű, más része pedig magából a módszertanból eredt. A radiometriai jellegű hibalehetőségek között az okozhat gondot, hogy a felvételen takarást jelent a felhőzet és a levegőszennyezettség is. A felmérési eredményeket befolyásolhatja még a műhold érzékelő-rendszerének öregedése, a jelentősen eltérő éves csapadékmennyiség, a hőmérséklet éves alakulásának különbsége, a levegő eltérő páratartalma-, és az eltérő napállásszög is. Ezek a jelenségek a más időpontban készült felvételek esetében eltérő mértékben torzíthatták a tényleges földfelszíni viszonyokat. Nyilvánvaló eltérési ok lehet a felvételek között az év eltérő szakaszai okozta biológiai aktivitás különbség is. (OMSZ, 2019).

1.4. A Zöldfelületi Intenzitás (ZFI)

Többféle módszer létezik már a zöldfelületek felmérésére és elemzésére. Ezeknek egyike a Zöldfelületi Intenzitás (ZFI) számítás, amely űrfelvételek és légifelvételek kombinált feldolgozásával végzi el a zöldfelület térképezését és térinformatikai értékelését. A ZFI módszere

távérzékelési gyakorlatban a vegetáció biológiai aktivitásának kimutatására használt NDVI indexre épül, melyet az előző alfejezetben ismertettünk.

Ezen számértékeket hasznosítja, valamint dolgozza fel a zöldfelület intenzitás módszere. A módszer miatt született, hogy eredményeként a települési, kerületi szintű zöldfelület jelenlétét, valamint állapotát egyedüli összesített értékkel kifejezze, ezáltal hozzájáruljon különféle településrészek zöldfelületi jellemzéséhez. A zöldfelület intenzitás nem foglalkozik a növényállomány színezettségével, az egyedek fajával, fajtájával, életformájával, esetleg életkorával, csupán az egészséges növénytakaró jelenlétét mutatja ki. A zöldfelület intenzitás megmutatja, hogy mekkora az adott területrésze (tájrészletre vagy településrésze) eső zöldfelület területi kiterjedésének aránya, valamint egészségi állapotának értéke. A ZFI egy olyan számérték a zöldfelület intenzitás adatbázisban, mely jellemzi a zöldfelület intenzitását (területi arány és egészségi állapot egyben) a lehatárolt terület egységeiben, esetleg területtípusokban (JOMBACH, 2014).

Az érték nagysága nem egyezik a zöldfelületek tényleges nagyságával. A módszer hibahatára – melyet nagyfelbontású felvétel alapján határoztak meg – összességében $\pm 5\%$, tehát az azon belül történő változásokat, elemzéseket ennek figyelembevételével kell értelmezni (BKÁÉ, 2020).

1.5. A felszíni hőmérséklet

A Föld felszínének hőmérséklete nem állandó, térben és időben ingadozik. Változik az évszakokkal és a napszakokkal, de az emberi tevékenység is befolyásolja. A hőmérséklet és annak változása kétféleképpen követhető nyomon. A klasszikus megoldás a hőmérők elhelyezése és a hőmérséklet-ingadozás rögzítése, de ezekkel csak a felszíntől másfél-két méteres magasságban lehet levegőt mérni.

Egy másik mérési lehetőség a műholdas hőmérsékletmérés. Ebben az esetben a műholdműszerek érzékelik a Föld felszínéről érkező infravörös hősugarakat, és létrehozzák a terület hő térképét. Ezek az adatok közvetlenül a Föld felszínére vonatkoznak, így jól kiegészítik a földi állomások értékeit (INTERNET 3, Letöltés ideje: 2022.09.07.).

A felszín hőmérsékletének megfigyelésével információkat szerezhetünk az időjárás változásáról, az éghajlatváltozás folyamatáról, ezen kívül a városok hatásáról a környezetükre. A széleskörű éghajlatváltozás napjaink egyik legfőbb kihívása, direkt módon, továbbá közvetetten is jelentős hatással van a környezetre, társadalomra, továbbá a gazdaságra egyaránt.

Az éghajlatváltozás vagy klímaváltozás bolygónk klímájának hosszútávú, tartós és nagymértékű megváltozását jelenti, egyik fő okozója az úgynevezett üvegházhatású gázok (ÜHG) mennyiségének megnövekedése a légkörben. Az üvegházhatás a természet része, lényege, hogy a földfelszínről visszaverődő hosszuhullámú sugárzást a gázok visszasugározzák, ezáltal felmelegítik a légkört. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség előrejelzései szerint Közép- és Kelet-Európában a hőségnapok számának növekedése, a nyári csapadék csökkenése és a szélsőséges csapadékeloszlás fokozódása várható. A hóhullámok és forró napok számának növekedése az arra érzékeny csoportok körében, mint gyermekek, idősek, szív- és érrendszeri problémákkal küzdők számára az egészségügyi problémák gyakoribbá válását és hóhullámok idején a halálozások gyakoriságának növekedését eredményezheti (TAKSZ, 2018).

A belső városrészen a nagyarányú, magas fokú beépítettségi szint, az ipari tevékenység és jelentős közlekedés miatt más mezoklíma alakul ki, mint a város többi pontján. A városok felszíni hőmérséklete meghaladja a külterületeken mérhető értékeket, ami nyáron közegészségügyi kockázatot jelent az ott élők számára. A városklíma egyik jelensége az a városi hősziget (angolul: Urban Heat Island – UHI). A városi hőmérséklet változást több tényező befolyásolja: ilyen például a por és az ÜHG feldúsulása, a felszín alacsony sugárzás-visszaverő képessége, a felszín tagoltsága vagy az energiafelhasználásból adódó többlet hő-kibocsátás. A hősziget-hatást az anyagok sugárzás-visszaverő képessége (albedo) is befolyásolja.

Az aszfalt, beton és téglák számottevő rövidhullámú sugárzást nyelnek el, amely a tagolt felszín miatt korlátozottan tud eltávozni, a hő egy része elnyelődik más felületeken és a felszínre visszasugárzódik. Emiatt a nappal elnyelt hőmennyiség kisugárzása eltolódik, így éjszaka is tart, ami lényegesen hozzájárul a napi középhőmérséklet emelkedéséhez, ezáltal a városi hősziget kialakulásához. Átgondolt tervezéssel elősegíthető az átszellőzés megteremtése és a nyílt felszíni vizek jelenléte mérsékli a hatást. A relatív nedvesség a települések magas beépítésű negyedeiben sokkal alacsonyabb, mint a peremvárosi, ahol nagyobbak zöldterületek. A burkolt felületek nagy aránya esetén a csapadékvíz jelentős része lefolyik, kevesebb nedvesség jut a felszíni talajrétegbe ezáltal kevesebb a víz a hűtő hatású párologtatáshoz (VÁTI, 2011).

II. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A vizsgált terület jellemzése

Vizsgálati területünket a Beregszászi járás székhelye, Beregszász városa képezi, ami megyei alárendeltségű város. A 2001-es népszámlálás adatai alapján a lakosság száma 26 600 fő volt. Az ukrán–magyar határtól (Asztélynál) 6 km-re, Kárpátalja délnyugati részén, a hegyvidék és az Alföld határán fekszik. Átlagos tengerszint feletti magassága 115 m. A várostól délnyugatra lapos, feltöltött síkság terül el, amelyet főleg folyami hordalék alkot és csak helyenként szakítanak meg kisebb dombok. Északkelet és délkelet felől vulkanikus eredetű hegylánc övezi. Legmagasabb pontja a Nagy-hegy, aminek tengerszint feletti magassága 362 m. A hegylánc kellő védelmet nyújt az északi hideg szelek behatolásától, délnyugat felől ide áramlanak a meleg és nedves légtömegek. Az uralkodó szélirány északnyugati. Mivel Beregszászt hegylánc övezi, ezért viharos szelek ritkán fordulnak elő. Évi középhőmérséklete 10,04 °C, az átlagos évi csapadékmennyiség 670 mm. A tél általában enyhe, a nyár viszont forró (VINCE, 2005).



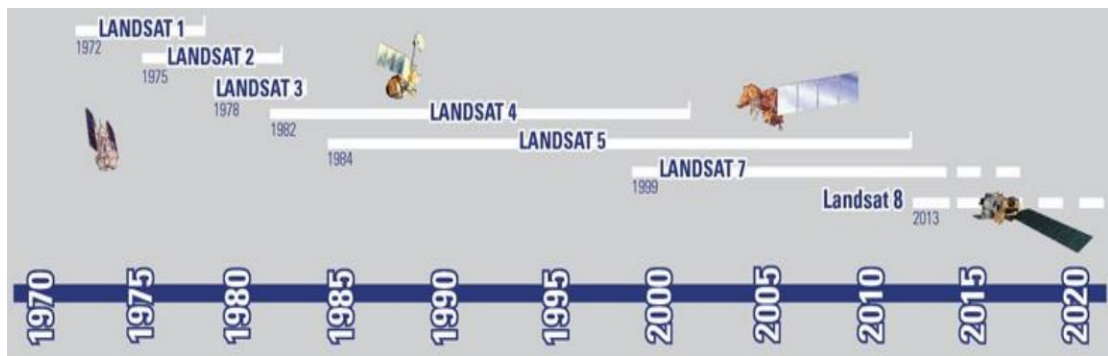
2. ábra. A mintavételi terület, Beregszász (saját szerkesztés)

A Beregi-sík igen termékeny, mivel a Tisza és mellékfolyói évezredekén keresztül rendszeresen elárasztották és a lerakott hordalékon humuszban gazdag talajok alakultak ki. A környéken bányászott ásványi kincsek közül jelentősek az arany (Muzsalyi-hegy), a színesfémércek (Nagybégány), a kaolin, a perlit (Beregszász) stb.. A Beregszász környékén található folyók síksági jellegűek. A határ mentén kb. 9 km-re Beregszásztól folyik a Tisza. Jelentősebb mellékfolyói közül a környéken a Borzsa található meg. Beregszászt a Vérke-csatorna szeli át, amely összeköti a Borzsát és a Latorcát. A fafajtaik közül legelterjedtebb a kocsányos tölgy (*Quercus robur*), a közönséges gyertyán (*Carpinus betulus*), a rezgő nyár (*Populus tremula*) és a kislevelű hárs (*Tilia cordata*). Fűfélék közül megemlíthetjük a csenkeszt és a perjét. Jelentős mértékben befolyásolják a növény- és állatvilágot az antropogén hatások (KORMÁNY, 1996).

A város legnagyobb részén kertvárosi beépítés a jellemző, de megtalálható a falusias jellegű beépítési mód is. A többszintes panelházakat a település több pontján is megtalálhatóak, melyek a szélviszonyokat nagymértékben befolyásolják. A zárt kisvárosi beépítési típus csak a város központjában fordul elő. A levegőszennyezés szempontjából nagy szerepe van a város nyugati részén húzódó ipari övezetnek. A településen belül viszonylag alacsony a zöldfelületek aránya, elsősorban a fátlan, beépítetlen területek dominálnak és csak néhány kisebb foltban találhatóak fás zöldfelületek. A város gazdaságában meghatározó helyet foglal el a könnyű-, az élelmiszer-, a bánya-, a malomipar, és a gépgyártás. A vállalkozói tevékenységet folytató vállalatok 24,8% mezőgazdasági tevékenységben érdekelt (PAPP, 2008).

2.2. A vizsgálatban felhasznált műholdak jellemzése

A műholdas távérzékelési technológia fejlődése forradalmasította a Föld felszínén található természeti, ezen kívül emberi erőforrások nyomon követését. 1960. április 1-jén küldték fel az első meteorológiai célt is szolgáló műholdat, a TIROS -1-et, vagyis a Television InfraRed Observation Satellite-t (Televíziós Infravörös Megfigyelő Műhold), így ezért tekintjük ezt a dátumot a műhold-meteorológia, továbbá a műholdas észlelések kezdetének. Az azóta eltelt mintegy 63 évben számos geostacionárius (pl. GOES), esetleg kvázipoláris (pl. NOAA, MetOp) műhold végzett a légkörre, ezen kívül a felszínre irányuló méréseket, de priorált jelentőségű mindegyik közül a legrégebben funkcionáló Landsat műholdcsalád (MOLNÁR, 2015).



3. ábra. A Landsat műholdcsalád (MOLNÁR, 2015)

A Föld felszínének megfigyelésére szolgáló első műhold (Landsat 1) 1972. július 23-i indulása óta a tudományos közösség számos műholdat látott már kereskedelmi (pl. IKONOS, SPOT) és nem kereskedelmi (pl. Landsat, Sentinel) üzleti modellel. Ezek a műholdak különböző távérzékelési adatokat szolgáltatnak különböző alkalmazásokhoz, például az erdők, a városok, a természeti veszélyek és a mezőgazdaság megfigyeléséhez (HAACK, 1982).

A Landsat mérsékelt térbeli felbontása kellően nagy ahhoz, hogy lehetővé tegye az antropogén és természetes változások krónikáját a helyi és a globális lépték között (GUTMAN ÉS TÁRSAI, 2008; TOWNSHEND ÉS JUSTICE, 1988), az adatok idősorai pedig úgy vannak kalibrálva, hogy jellegzetesen konzisztens felvételt nyújtsanak (MARKHAM ÉS HELDER, 2012), ami szükséges ahhoz, hogy az adatok műtermékek és a tényleges földfelszín időbeli változásai között különbséget lehessen tenni (ROY ÉS TÁRSAI, 2002). A Landsat-adatok bizonyítottan alkalmasak a földtakaró és a földfelszín biofizikai és geofizikai tulajdonságainak feltérképezésére és nyomon követésére (HANSEN ÉS LOVELAND, 2012; WULDER ÉS TÁRSAI, 2012), valamint potenciális hasznosságot mutatnak a földfelszíni asszimilációs és biogeokémiai körforgások és a földhasználat előrejelzési alkalmazásai számára (LEWIS ÉS TÁRSAI, 2012; NEMANI ÉS TÁRSAI, 2009; SLEETER ÉS TÁRSAI, 2012). A Landsat-adatokkal kezelt alkalmazások mind a tudományos felfedezésekre, mind a gazdasági és környezeti minőség, a közegészségügy és az emberi jólét, valamint a nemzetbiztonság érdekében történő erőforrás-gazdálkodásra és megfigyelésre vonatkoznak.

A több mint 40 éves Landsat-rekord a Landsat 8 sikeres 2013. február 11-i indításával folytatódott a kaliforniai Vandenburg légibázisról. Ezt az új Landsat obszervatóriumot a Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal (NASA) és a az USA Belügyminisztériuma, az Egyesült Államok Földtani Intézetének (USGS) ügynökségek közötti partnerség keretében fejlesztették ki (IRONS ÉS LOVELAND, 2013). A NASA vezette a küldetést és ő volt felelős a rendszertervezésért, a repülési szegmens fejlesztéséért, az indító szolgáltatások biztosításáért, a repülési földi rendszerek integrációjáért, valamint a pályára állítás és ellenőrzés elvégzéséért. A NASA a fejlesztések, az

indítás és a pályára állítás során Landsat Data Continuity Mission (LDCM) néven emlegette az erőfeszítést. Az USGS vezette a földi rendszer fejlesztését és az LDCM-et 2013. május 30-án Landsat 8-ra keresztelték át, amikor az USGS hivatalosan is átvette a felelősséget a küldetés üzemeltetéséért, beleértve a Landsat 8 adatainak gyűjtését, archiválását, feldolgozását és terjesztését. A Landsat 8 két érzékelőt hordoz, az Operational Land Imager (OLI) és a Thermal Infrared Sensor (TIRS) szenzort, és naponta több mint 500 képjelenet kerül be az amerikai Landsat adatarchívumba a USGS Earth Resource Observation and Science (EROS) Centerben, Dél-Dakotában. Az új Landsat 8 jelenetek kiegészítik a korábbi Landsat-missziók által rögzített, immár több mint négymillió jelenetet, amelyeket az amerikai Landsat-archívumban tárolnak, és amelyek az interneten keresztül szabadon hozzáférhetők (WOODCOCK ÉS TÁRSAI, 2008).

A Sentinel-2 multispektrális műszerek előállításával az Európai Űrügynökség (ESA) és az Európai Unió (EU) által kidolgozott Copernicus program hozzájárult a Föld felszínének hatékony megfigyeléséhez. A Sentinel-2 műholdak az ESA Sentinel-misszióinak második konstellációja, emellett fedélzeti multispektrális szkennereket hordoznak.

A Sentinel-2 elsődleges célja, hogy nagy felbontású műholdas adatokat szolgáltatson a földfelszín, az éghajlatváltozás és a katasztrófák megfigyeléséhez, valamint kiegészítse a többi műholdas küldetést, mint például a Landsatot. 2015-ös indítása óta számos tanulmány készült a földfelszín osztályozásáról. A Sentinel-2 műhold pozitív hatással van a földfelszín monitorozására, különösen a termőföldek, erdők, városi területek és vízkészletek megfigyelésére. A műhold jelenlegi nagyfokú elterjedése és alkalmazása a nagyobb térbeli felbontásnak (10 m), az 5 napos időbeli lebontásnak és a többféle alkalmazással elérhető szélső sávoknak tudható be. A műhold adatainak más távérzékelési adatokkal való integrálhatósága az adatelemzés részeként javítja az általános pontosságot (Overall Accuracy) a Sentinel-2 képekkel való munka során. A szabad hozzáférés elősegíti a műhold adatainak növekvő használatát, különösen a fejlődő országokban, ahol a távérzékelési adatok beszerzéséhez szükséges pénzügyi források korlátozottak (PHIRI ÉS TÁRSAI, 2020).

A földfelszínről visszavert elektromágneses sugárzás a műhold detektorának felületére sávonként 10*10 m, 20*20 m, esetleg 60*60 m-es területről érkezik be. A pixelek nemcsak a területet reprezentálják a műholdfelvételen behatárolt térbeli pozícióban, hanem az analóg jel digitális átalakításán keresztül a beérkező energia mennyiségét a feldolgozottság mértékétől függően szintén a pixelek értékei adják meg. A pixelérték lehet intenzitásérték (DNvalue), radiancia, TOA, továbbá BOA reflektancia is. A térbeli felbontás: pixel által reprezentált terület mérete. A Sentinel-2 MSI szenzornak a 13 sávjában 3 különféle térbeli felbontása lehetséges (1. táblázat) (MUCSI, 2016).

1. táblázat

A Sentinel-2 szenzornak (S2A és S2B) a spektrális sávjai és a térbeli felbontása
(MUCSI, 2016)

Sáv szám	S2A		S2B		térbeli felbontás (m)
	középső hullámhossz (nm)	sáv szélesség (nm)	középső hullámhossz (nm)	sáv szélesség (nm)	
1	442.7	21	442.3	21	60
2	492.4	66	492.1	66	10
3	559.8	36	559.0	36	10
4	664.6	31	665.0	31	10
5	704.1	15	703.8	16	20
6	740.5	15	739.1	15	20
7	782.8	20	779.7	20	20
8	832.8	106	833.0	106	10
8a	864.7	21	864.0	22	20
9	945.1	20	943.2	21	60
10	1373.5	31	1376.9	30	60
11	1613.7	91	1610.4	94	20
12	2202.4	175	2185.7	185	20

Bár a Sentinel-2 számos lehetőséget kínál a földfelszín osztályozására, vannak kihívások, amelyek közé tartozik a Landsat OLI-8 adataival való össze nem illeszkedés, a termikus sávok eloszlása és a Sentinel-2 sávjai közötti térbeli/felbontásbeli különbségek (PHIRI ÉS TÁRSAI, 2020).

2.3. Az NDVI számítás bemutatása és a felvételek letöltésének időpontjai, annak okai

Kutatásunk alapját az NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) elemzés adja, mely egy adott terület vegetációs aktivitását fejezi ki. A növényzet általi visszavert közeli infravörös (NIR) és a látható vörös (RED) sugárzás intenzitása adja az értékét. A növények levelei nagymértékben elnyelik a látható fényt, de sejtfelépítésük miatt a közeli infravörös fényt visszaverik. Ha egy

terület fényvisszaverése a közeli infravörös tartományban sokkal nagyobb, mint a látható vörös tartományban, abból következik, hogy a terület növényzete feltehetően sűrű, ha a különbség kisebb, a vegetáció ritkább, valamilyen füves terület, vagy épület, vízfelület elhelyezkedése miatt (MIKA ÉS TÁRSAI, 2011).







Az elemzést a Sentinel-2 és a Landsat-8 műholdfelvételek alapján készítettem a májusi, júniusi és júliusi hónapokra a 2022, 2021 és 2018-as évekre. A hónapok kiválasztásának szempontja az volt, hogy az év azon szakaszát vizsgáljuk, amikor a legmagasabb a vegetáció aránya a vizsgált területen. A három NDVI átlagából zöldfelület-intenzitás térképet készítettem, melyeket az intenzitás mértéke alapján össze is hasonlítottam a legkorábbi és a legújabb évekből származó adatokat.

2.4. A ZFI-index számítás bemutatása és az osztályozás ismertetése

Számos módszer létezik és használatos a zöldfelületek felmérésére és elemzésére. Ezek egyike a Zöldfelület Intenzitás (ZFI) számítás, mely műhold és légifelvételek kombinált feldolgozásával végzi a zöldfelület térképezését és térinformatikai elemzését, értékelését.

A távérzékelésben a zöldfelület intenzitás-módszer az NDVI-indexen alapul, amelyet a növényzet biológiai aktivitásának mérésére használnak. Utóbbi számértékeit hasznosítja és dolgozza fel a zöldfelület intenzitás módszere, ami lényegében annak érdekében született, hogy eredménytérképek által átfogóbb képet kaphassunk a települések zöldfelület jelenlétéről és állapotáról, ezáltal hozzájáruljon különböző települések különböző részeinek zöldfelületi jellemzéséhez. A zöldfelület intenzitás nem foglalkozik a növényállomány színtettségével, az egyedek fajával, fajtájával, életformájával vagy életkorával. Egyedül az egészséges növénytakaró jelenlétét lehet nyomon követni ezáltal. A zöldfelület intenzitás azt mutatja meg, hogy mekkora az adott területrésze (tájrészletre vagy településrésze) eső zöldfelület területi kiterjedésének aránya, és milyen az egészségi állapotának az értéke (JOMBACH, 2014).

Az elemzés eredményeképpen egy olyan, az űrfelvétel rácshálójába mintavételezett térkép vagy térképi adatbázis jön létre, melynek értékei a zöldfelület biológiai aktivitásáról szolgáltatnak információt. Azokon a pontokon, ahol az érték nullánál alacsonyabb, ott nem beszélünk biológiai aktivitásról, míg azon a területeken, ahol ez az érték 0,5 feletti, összefüggő zöld felületről tanúskodik (JOMBACH, 2014).

Szinkód	ZFI %	NDVI	Terület jellege	Minta
	0%	(-1) - 0	Beépített terület, burkolt felszín, bányaterület, csupasz talajfelszín, vízfelszín és minden olyan terület ahol nincs biológiailag aktív zöldfelület	
	0,01 - 19,99 %	0 - 0,1	Pl.: erőteljesen beépített területek, igen alacsony zöldfelületi aránnyal	
	20 - 39,99 %	0,1 - 0,2	Pl.: beépített terület, alacsony zöldfelületi aránnyal (sűrűn beépített kertvárosi terület, lakóparkszerű beépítés)	
	40 - 59,99 %	0,2 - 0,3	Pl.: közepes beépítettség mellett közepes zöldfelületi arány (kertvárosi területek)	
	60 - 79,99 %	0,3 - 0,4	Pl.: relative alacsony beépítettség mellett relative magas zöldfelületi arány (lakótelepi beépítés nagy kiterjedésű parkokkal)	
	80 - 99,99 %	0,4 - 0,5	Pl.: alacsony beépítettséggel jellemezhető terület, igen nagy arányú erőteljes növénytakaróval (kertek, parkok, útmenti jelentősebb zöldfelületek)	
	100%	0,5 - 1	Egészséges erdőállomány, park összefüggő fásszárú növényzettel és gyeppel, erőteljes üde gyepterület	
	változó	változó	Időben állandóan változó zöldfelület-intenzitással rendelkező felszínek, pl.: szántók, intenzíven kezelt gyepek, gyepes repülőterek stb.	

4. ábra. A zöldfelület intenzitás térkép jelkulcsa és magyarázata (JOMBACH, 2014)

2.5. A felszíni hőmérséklet számításának elméleti háttere és annak bemutatása, feldolgozásának módszertana

Az éghajlatváltozás fő velejárája a hőmérséklet emelkedése, ezáltal a városokon belüli hősziget hatás jelentkezése. Ennek elemzésére munkánk során a Landsat-8 műholdfelvételek termikus csatornája alapján felszíni-hőmérséklettérképeket készítettünk. Ehhez olyan időpontokat kellett választani, amikor alacsony volt a felhőborítottság (10% alatt) és csapadékmentes időjárás uralkodott, mivel ekkor a legintenzívebb a városi hatás. De nem volt elhanyagolható szempont az sem, hogy az összehasonlítás relevanciája miatt hasonló időpontú műholdfelvételeket vegyünk alapul, mint amikor a Sentineles felvételek készültek. A számításokat a QGIS programban végeztük el. Ahhoz, hogy megkapjuk a felszíni hőmérséklet értékeit, egy hat lépésből álló számítási sort használtunk. Első lépésben a teljes spektrális radianciát határoztuk meg az alábbi képlet szerint:

$$TOA(L) = M_L \times Q_{cat} + A_L - Q_I,$$

ahol:

M_L – csatornaspecifikus multiplikatív átszámítási faktor

Q_{cal} – B10 csatorna a Landsat 8 műholdfelvétel esetében

A_L – csatornaspecifikus additív átszámítási faktor

Q_I – a B10 csatornához tartozó korrekciós érték a Landsat 8 esetében (0.29)

A második lépés a Top of Atmosphere Brightness Temperature meghatározása volt.

$$BT = \left(\frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} \right) - 273,15,$$

ahol:

$L\lambda$ – Teljes spektrális radiancia (TOA(L))

$K1$ – $K1_CONSTANT_BAND_10$

$K2$ – $K2_CONSTANT_BAND_10$

-273.15 – átszámítás Kelvinről Celsiusba

Harmadik lépésként kiszámítottuk a Normalizált Differenciált Vegetációs Indexet (NDVI).

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED),$$

ahol:

NIR – szemmel nem érzékelhető közeli infravörös

RED – látható fénytartomány vörös színhez tartozó hullámhossztartománya

Negyedik lépésként a vegetációval borított felszínek részarányát határozzuk meg az alábbi képlet alapján:

$$P_v = \left(\frac{NDVI + NDVI_{min}}{NDVI_{max} + NDVI_{min}} \right)^2,$$

Utolsó előtti lépésként a felszíni emissziós értéket (Land Surface Emissivity (LSE)) határozzuk meg.

$$\varepsilon = 0,004 \times P_v + 0,986,$$

ahol:

ε – Land Surface Emissivity (LSE) felszíni emissziós érték

P_v - vegetációval borított felszínek részaránya

A számítás utolsó lépése, magának a felszíni hőmérsékletnek a meghatározása.

$$T_s = BT / (1 + (\lambda \times \frac{BT}{\rho}) \times \ln \varepsilon_\lambda),$$

ahol:

T_s – Land Surface Temperature (LST) felszíni hőmérséklet

ε_λ – Land Surface Emissivity (LSE) felszíni emissziós érték

BT - Top of Atmosphere Brightness Temperature

λ – az emissziós sugárzás hullámhossza

ρ – számított állandó a Boltzmann állandóból, a fény sebességéből és a Planck állandóból levezetve

2.6. A feldolgozáshoz használt weboldalak, térinformatikai és statisztikai programok ismertetése

2.6.1. USGS

Az Egyesült Államok Geológiai Szolgálat (United States Geological Survey, USGS), korábbi nevén Geológiai Szolgálat, az Amerikai Egyesült Államok szövetségi kormányának földtani intézete, amelyet 1879. március 3-án alapítottak. Feladata az ország domborzatának, természeti erőforrásainak és természeti veszélyeinek vizsgálata.

Székhelye a Virginia állambeli Restonban van, de a Colorado állambeli Lakewoodban és a Kalifornia állambeli Menlo Parkban is tartanak fent irodákat (INTERNET 4, Letöltés ideje: 2023.02.14.).

Az intézet 2012 óta tematikusan és konkrét feladatterületekre bontva végzi munkáját, ami az elmúlt években nagyon sokat fejlődött. A szervezet további részei magában foglalják a központi funkciókat, mint például: geográfiai régiókat, professzionális, továbbá segítő programokat, professzionális központokat, laboratóriumokat, ezen kívül egyéb létesítményeket (INTERNET 5, Letöltés ideje: 2023.02.14.).

2008-ban az USGS hagyományos, légi fotókon, és terepmunkán alapuló feldolgozási módszerét felváltotta a nemzeti adatbázis alapján történő automata térképgenerálás. 2009 június és 2011 májusi időintervallumban több mint 40 000 térkép készült el, amelyek elkészítésének ideje csak két óra munkát vet igénybe, de ez is leginkább a szövegek igazításából, továbbá a végső ellenőrzésből állt.

Ugyan a térképek elkészítése sokkal egyszerűbb lett, de sok kritikát kaptak a pontatlanságuk miatt. Mivel az általuk használt adatbázist nem tömeges adatgenerálásra lett kifejlesztve, a különböző felbontások és dátumok problémákat okozhatnak a rendszernek. Az egykor a terepmunka során talált objektumok (például szélmalomok, parkok, közművezetékek, sőt vasútvonalak) nem szerepelnek a közforrásként biztosított adatbázisokban és gyakran hiányoznak a legújabb térképekről. A térkép azon részei, ahol az nagyobb mennyiségű szöveget tartalmazott, elveszhetnek a feldolgozás során, mert a szoftver helytelenül rangsorolja őket. Egyes szakemberek véleménye szerint az 1945 és 1992 között kézzel készített térképek sokkal megbízhatóbbak voltak, mint a mai térképek (INTERNET 6, Letöltés ideje: 2023.02.14.).

2.6.2. Quantum Gis

A Quantum GIS (QGIS) egy felhasználóbarát, nyílt forráskódú, ezáltal bárki számára elérhető térinformatikai szoftver. OSGeo (Open Source Geospatial Foundation) hivatalos projektje, ennek fejlesztése. A program több mindenre is lehetőséget ad: például térképek készítésére vagy a fedvényeket megjelenítve vizuális elemzésre. Több operációs rendszeren is futtatható (Unix, Linux, Mac OSX és MS Windows), emellett számos raszteres és vektoros formátumot, valamint térbeli elemző eljárást támogat.

Egy folyamatosan fejlődő szoftverről van szó: funkcióinak és használati lehetőségeinek száma folyamatosan bővül. Ennek a beépített alapfunkciók és bővítmények növekvő száma a legfőbb oka. Ezáltal a program alkalmas térképek megjelenítésére, szerkesztésére, adatok elemzésére, továbbá nyomtatható térképek készítésére is. A QGIS-t bárki szerkesztheti, hiszen egy közösség által kezdeményezett projekt. A szervezet ilyen téren nagyon nyitott: szívesen fogadja a hibajelentéseket vagy akár a konkrét fejlesztési javaslatokat is. A projekt szellemi támogatása és a felhasználók kölcsönös segítségnyújtása a QGIS Fórum és a QGIS Wiki oldalak szerkesztésével biztosítható (SZABÓ, 2010).

Hivatalosan 2002. májusában jött létre a Quantum GIS. Az ötlet 2002 februárjában született meg, amikor Gary Sherman olyan Linux GIS megjelenítőt keresett, ami többféle adatformátumot is támogat. Ez a követelmény a forráskód létrehozásával együtt hozza létre a QGIS projektet. Az

első forráskód 2002. július 6-án jelent meg a SourceForge weboldalon. A PostGIS formátum első alig működő kiadáskezelő rétege. A Quantum GIS név eredete teljesen lényegtelen: a "Q" a "QGIS" rövidítésben a Qt eszközkészletre utal (eredetileg a Nokia-tól) (SZABÓ, 2010).

2.6.3. JASP

A JASP (Jeffreys's Amazing Statistics Program) egy ingyenes és nyílt forráskódú statisztikai elemző program, amelyet az Amszterdami Egyetem támogat. Kompatibilis a Windows, MacOS és Linux platformokkal. Kvantitatív módszertanosok egy csoportja fejlesztette ki, akik a pszichológiai tudományok területén alkalmazott statisztikai tesztelési és elemzési módszerek javítása iránt érdeklődnek. Különböző elemzési módszerek futtathatóak a programon, különös tekintettel a Bayes-analízis és az adattudomány területén. Az implementált módszerek közé tartoznak a T-próba, az ANOVA, a regresszió elemzés, a faktorelemzés, a gépi tanulás, metaanalízis, hálózatelemzés és SEM.

A JASP tartalmaz egy adatszerkesztőt is a vizuális ellenőrzés és az előfeldolgozás céljából. Támogatja az adatok importálását és exportálását különböző adatokból és forrásokból. A JASP alapját az R statisztikai elemző program képezi, de azon felhasználók számára, akik a programozásban nem jártasak, egy grafikus felhasználói felülettel (GUI) is rendelkezik, hogy a felhasználók kényelmesen kiválaszthassák az elemzési modulokat és módosíthatják az opciókat. A felhasználók támogatása érdekében (különös tekintettel a pszichológia területén dolgozók) a program speciális funkciókat biztosít az elemzés vizualizálásához: az eredmények táblázatos és ábrás megjelenítésére az Amerikai Pszichológiai Társaság (American Psychological Association-APA) szerint konvencionálnak megfelelően, és lehetőséget biztosít a módosításukra, miután elkészültek (INTERNET 7, Letöltés ideje: 2022.10.23.).

III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A Normalizált Differenciált Vegetációs Indexet egy számítási képlet alapján határoztuk meg, ami a következő: $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$. Ennek alkalmazásával a vörös és közeli infravörös hullámhossztartományában a műholdfelvételen rögzített sugárzás sajátosságai alapján eredménytérképeket készítettünk, mely a zöldfelület biológiai aktivitásától és jelenlétének mértékétől függően különböző értékeket vesz fel -1 és +1 közötti tartományban.

Az elemzést a Sentinel-2B és a Landsat-8 műholdfelvételek alapján készítettem a májusi, júniusi és júliusi hónapokra a 2022, 2021 és 2018-as évekre. A hónapok kiválasztásának szempontja az volt, hogy az év azon szakaszát vizsgáljuk, amikor a legmagasabb a vegetáció aránya a vizsgált területen. Az összehasonlítás relevanciája miatt igyekeztünk olyan műholdfelvételekkel dolgozni, ami nemcsak a fent említett kritériumoknak felel meg, hanem hozzávetőlegesen azonos időpontban készültek. A 2. táblázat foglalja össze mely műholdfelvételek képezték számításaink alapját.

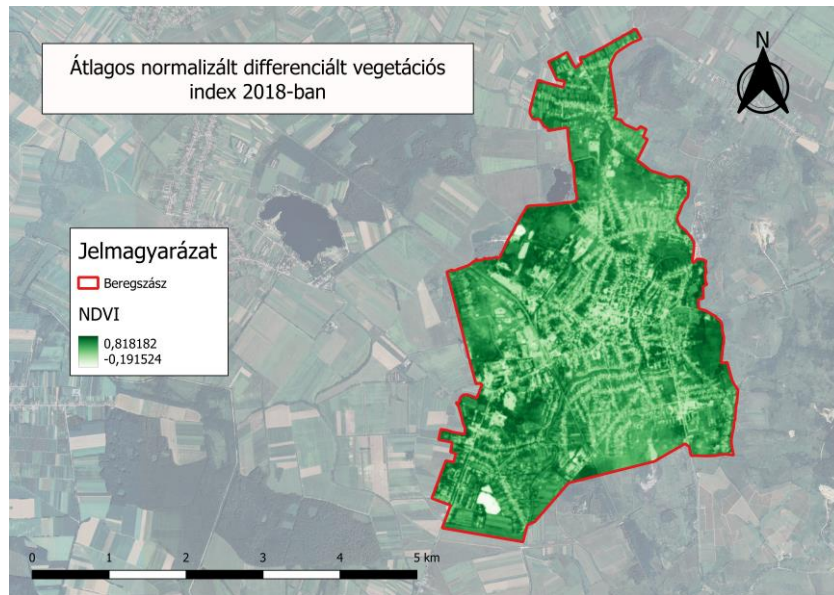
2. táblázat

A letöltött műholdfelvételek elkészülésének dátuma

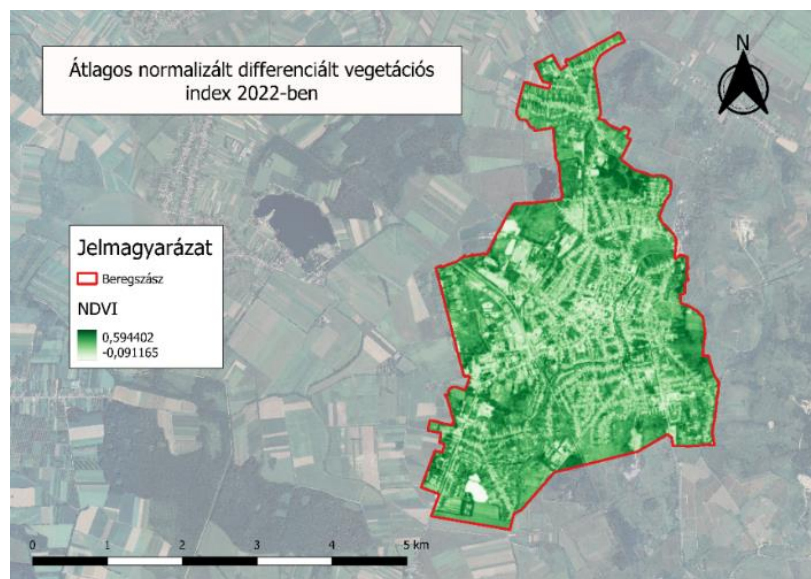
Sentinel-2B	Landsat-8
2018.05.12.	2018.05.12.
2018.06.21.	2018.06.20.
2018.07.11.	2018.07.15.
2021.05.26.	2021.05.27.
2021.06.25.	2021.06.21.
2021.07.25.	2021.07.23.
2022.05.11.	2022.05.14.
2022.06.20.	2022.06.24.
2022.07.20.	2022.07.25.

A megfelelő műholdfelvételek letöltése után a következő lépés az volt, hogy minden hónapra kiszámítottuk a Normalizált Differenciált Vegetációs Indexet, majd ezek alapján elkészültek az évekre lebontott átlagtérképek is. A Sentinel-2B és a Landsat-8 műholdfelvételeinek az átlagtérképeivel jól szemléltethető, hogy a város mely pontjain magas az NDVI index, tehát mely területeken a legegészségesebb a vegetáció. Első hipotézisünk az ötödik és hatodik ábrák támasztják alá, ugyanis azt feltételeztük, hogy a városi zöldfelületek kiterjedése csökkent, valamint

a növényzet egészségi állapota is romlott az évek alatt, aminek az oka több dologra is visszavezethető. Elsősorban ilyen például az időjárás, mivel a csapadék mennyisége, a fagyok, és a fokozatos hőmérsékletingadozás kihatással van a vegetáció milyenségére. A másik befolyásoló tényező a fokozott urbanizáció, ami az 5 éves vizsgálati időszakban kifejezetten megmutatkozik. Azokon a területeken, ahol a színezés pirosas árnyalattal jelenik meg, ott történtek a legnagyobb mértékű negatív változások. Ezzel ellentétben a zöld szín a pozitív változásokra utal.

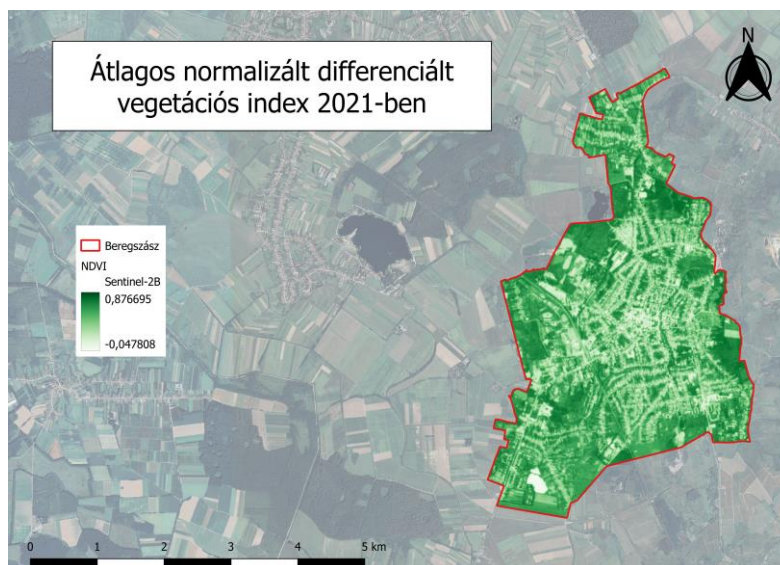


5. ábra. Az átlagos normalizált differenciált vegetációs index 2018-ban a Sentinel-2B műholdfelvételei alapján *(saját szerkesztés)*

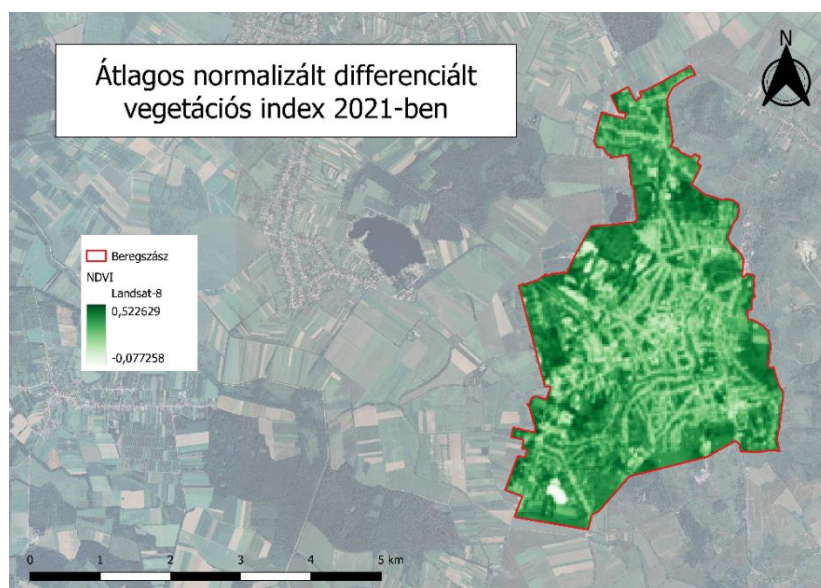


6. ábra. Az átlagos normalizált differenciált vegetációs index 2022-ben a Sentinel-2B műholdfelvételei alapján *(saját szerkesztés)*

A Sentinel-2B és a Landsat-8 műholdfelvételeinek értékei és eredménytérképei között minimális eltérés mutatkozik, de ez a műholdfelvételek felbontása közötti különbségre vezethető vissza. Ezt szemlélteti a kilencedik és a tizedik ábra is. Mind a két ábra a 2021-es normalizált differenciált vegetációs index kapott értékeit mutatja be, csak az egyik a Sentinel-2B műholdfelvételei, a másik a Landsat-8 alapján készültek. Az összefüggés viszont statisztikailag alátámasztható.



7. ábra. Az átlagos normalizált differenciált vegetációs index 2021-ben a Sentinel-2B műhold felvételei alapján *(saját szerkesztés)*

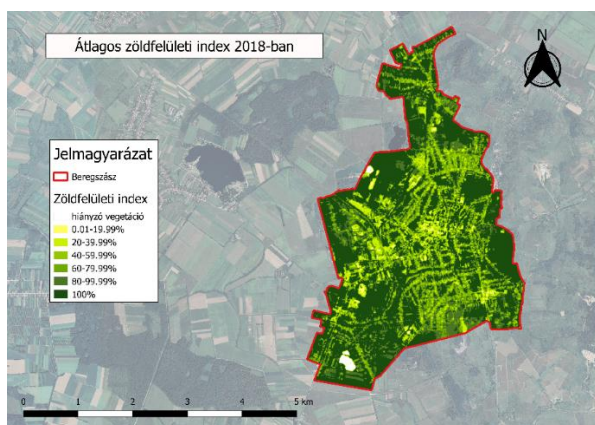


8. ábra. Az átlagos normalizált differenciált vegetációs index 2021-ben a Landsat-8 műhold felvételei alapján *(saját szerkesztés)*

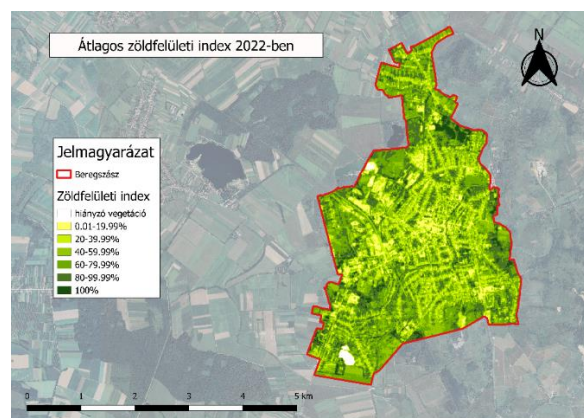
A 2018-as év Normalizált Differenciált Vegetációs Indexet, átlagtérképeinek adatsora között pozitív összefüggés és nagyon szoros kapcsolat áll fent ($r=0,799$; $p<0,001$). A 2021-es átlagtérképeinek adatsora között szintén pozitív összefüggés és nagyon szoros kapcsolat áll fent ($r=0,873$; $p<0,001$), míg a 2022-es átlagtérképeinek adatsora között pozitív összefüggés és csak szoros kapcsolat áll fent ($r=0,735$; $p<0,001$).

Az NDVI után megvizsgáltuk a fentebb már részletesebben is taglalt Zöldfelület Intenzitást is. A ZFI módszere a vegetáció biológiai aktivitásának kimutatására használt NDVI indexre épül.

Az NDVI egy műholdfelvételek zöldfelületi kiértékeléséhez, elemzéséhez használt számítási képlet alkalmazásával a vörös és közeli infravörös hullámhossztartományában a műholdfelvételen rögzített sugárzás sajátosságai alapján elkészítettük minden évre az eredménytérképeket, melyek a zöldfelület biológiai aktivitásától és jelenlétének mértékétől függően különböző értékeket vesz fel -1 és +1 közötti tartományban. Tulajdonképp a számítások lényege az, hogy a kapott NDVI értékeket átosztályozzuk. Ahogy a NDVI, úgy a ZFI mértéke is jelentősen csökkent az évek alatt, aminek okai szintén ugyanoda vezethetőek vissza. A korábban is taglalt szemmel látható különbségek a tizenharmadik és tizennegyedik ábrákon láthatóak.



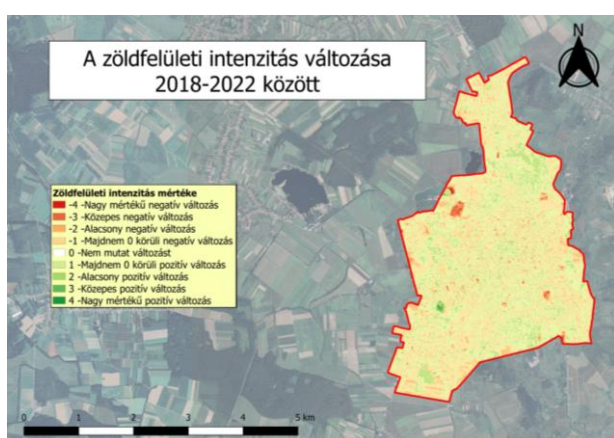
9. ábra. Az átlagos zöldfelületi intenzitás 2018-ban a Sentinel-2B műholdfelvételei alapján (saját szerkesztés)



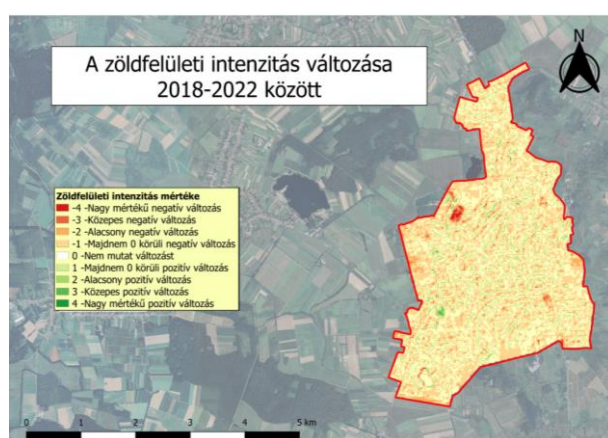
10. ábra. Az átlagos zöldfelületi intenzitás 2022-ben a Sentinel-2B műholdfelvételei alapján (saját szerkesztés)

A zöldfelületi intenzitás térképek eredményei a 4. ábra alapján lettek újraosztályozva. A tizenegyedik és tizenkettedik ábrákon fehér színnel vannak jelölve azok a területek, ahol hiányzik a vegetáció. Sárga színnel az erőteljesen beépített területek vannak jelölve, ahol nagyon alacsony a zöldfelület aránya. Az egészen élénk zölddel (20-39,99 %) azok a beépített területek vannak jelölve, ahol már megjelenik, viszont nagyon alacsony a zöldfelület aránya. Az ettől kicsivel

sötétebb zöld (40-59,99 %) területek prezentálják a közepes beépítettség mellett közepes zöldfelületek arányát. A következő kategória (60-79,99 %) a viszonylag alacsony beépítettség mellett viszonylag magas zöldfelületi arányt ábrázolja. A sötétzöld színnel (80-99,99 %) jelölt területre alacsony beépítettség jellemző, és magas arányú egészséges növénytakaró. A legsötétebb zöld (100 %) mutatja meg azokat a területeket, ahol egészséges erdőállomány, valamilyen park látható összefüggő fásszárú növényzettel és gyeppel. A tizenharmadik és tizennegyedik ábrákon láthatóak azok a területek, ahol változások történtek. Azokon a helyeken, ahol a színezés pirosas árnyalattal jelenik meg, ott történtek a legnagyobb mértékű negatív változások. Ezzel ellentétben a zöld szín a pozitív változásokra utal.



11. ábra. Az átlagos zöldfelületi intenzitás változása 2018-2022 között a Sentinel-2B műholdfelvételei alapján (saját szerkesztés)

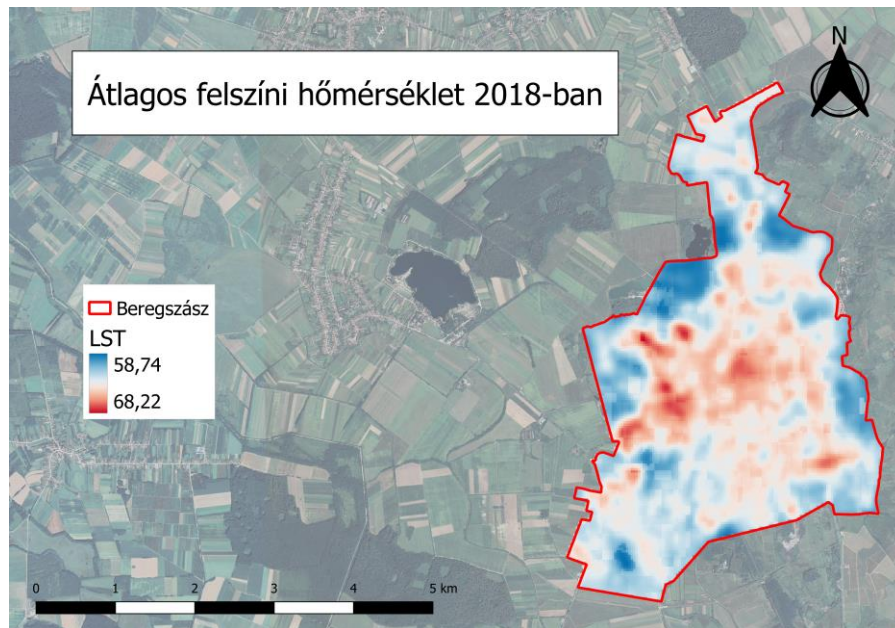


12. ábra. Az átlagos zöldfelületi intenzitás változása 2018-2022 között a Landsat-8 műholdfelvételei alapján (saját szerkesztés)

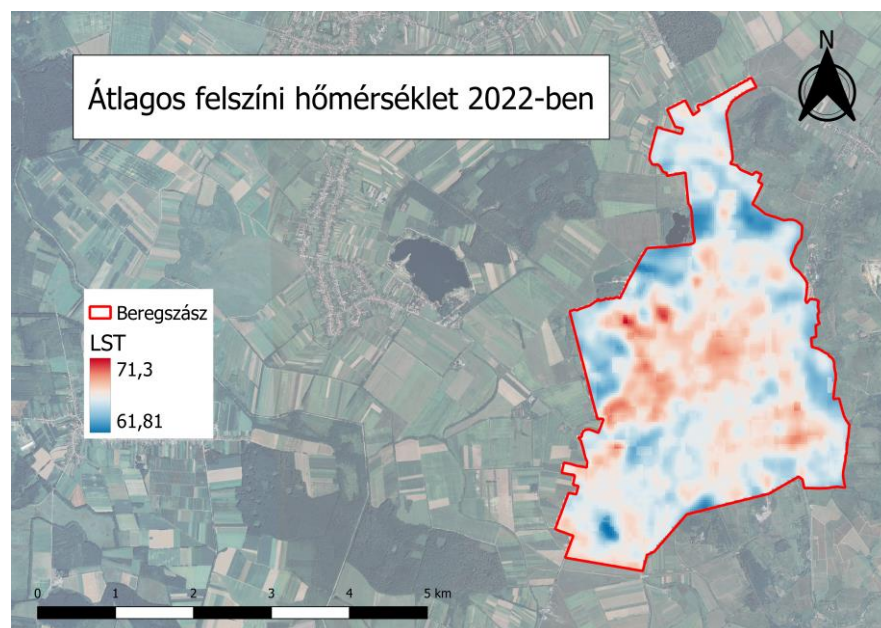
Ahogy az előző esetben, itt is a Sentinel-2B és a Landsat-8 eredménytérképek között alapvető különbség csak a felbontásban mutatkozik meg, de statisztikailag ez esetben is alátámasztható az összefüggés. A 2018-as év Zöldfelület Intenzitás átlagtérképeinek adatsora között pozitív összefüggés és szoros kapcsolat áll fent ($r=0,726$; $p<0,001$). A 2021-es átlagtérképeinek adatsora között pozitív összefüggés és nagyon szoros kapcsolat áll fent ($r=0,775$; $p<0,001$), és a 2022-es átlagtérképeinek adatsora között pozitív összefüggés és pedig szoros kapcsolat áll fent ($r=0,683$; $p<0,001$).

Munkánk során a Landsat-8 műholdfelvételek termikus csatornája alapján felszíni hőmérséklettérképeket is készítettünk. Ezen térképek előállításához a Quantum GIS programot, továbbá az előző fejezetben részletesen leírt képletsorozatot alkalmaztuk. Összességében

elmondható, hogy ez a felszíni hőmérséklet növekedett az elmúlt 5 év alatt. Míg 2018-ban a minimum átlagos hőmérséklet $58,7\text{ C}^\circ$ volt, 2022-ben már $61,8\text{ C}^\circ$. A maximumokra is ugyanez volt jellemző: 2018-as $68,2\text{ C}^\circ$ -ról 2022-re $71,3\text{ C}^\circ$ -ra növekedett. Fontos viszont kihangsúlyozni azt is, hogy a felszíni hőmérsékletet több tényező is befolyásolja, nemcsak az általunk vizsgált NDVI index.

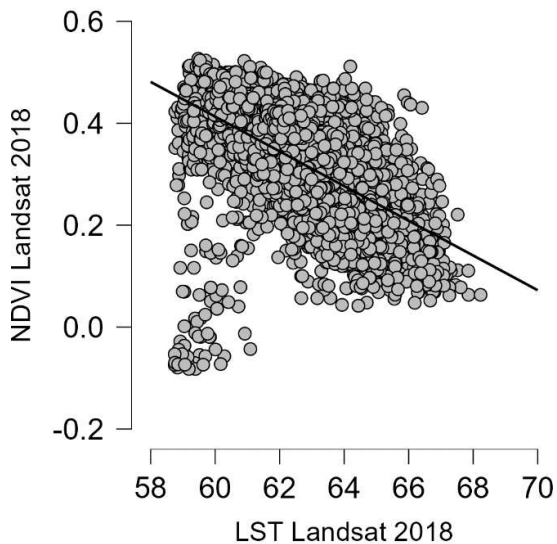


13. ábra. Az átlagos felszíni hőmérséklet (C°) 2018-ban (saját szerkesztés)

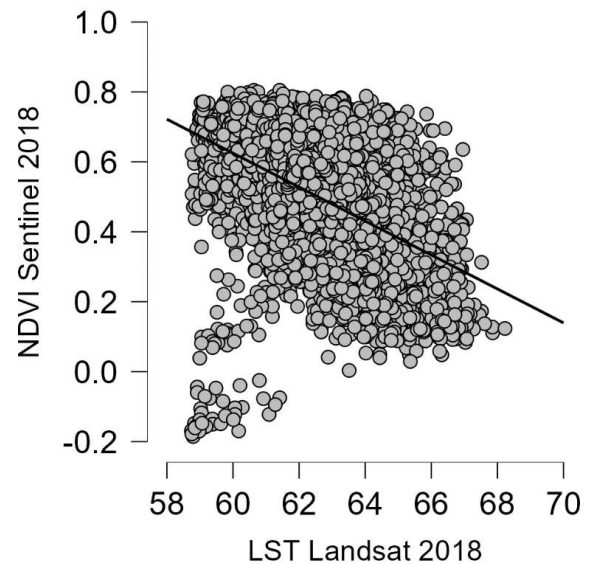


14. ábra. Az átlagos felszíni hőmérséklet (C°) 2022-ben (saját szerkesztés)

Második hipotézisünk az volt, hogy a városi zöldfelületi index értékei összefüggésben állnak a felszíni hőmérséklet értékeivel: tehát minél magasabb egy adott terület vegetációja, annál alacsonyabb a felszíni hőmérséklet. Ennek alátámasztására korrelációs vizsgálatokat végeztünk el a JASP statisztikai elemző program segítségével.

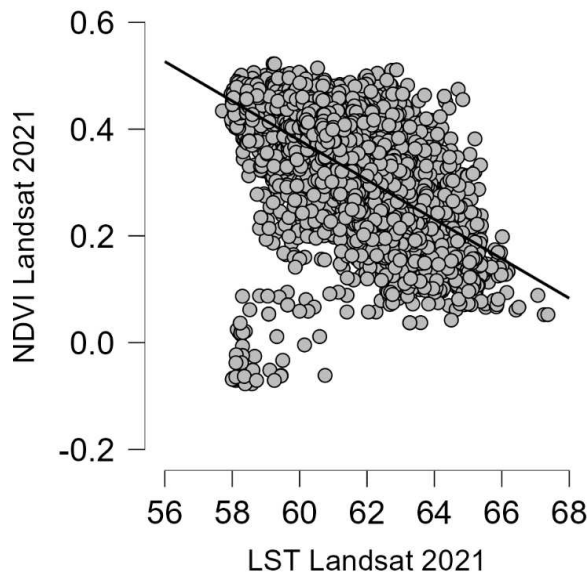


15. ábra. Összefüggés a 2018-as átlagos zöldfelületi intenzitás (Landsat-8) és átlagos felszíni hőmérséklet (Landsat-8) között
(saját szerkesztés)

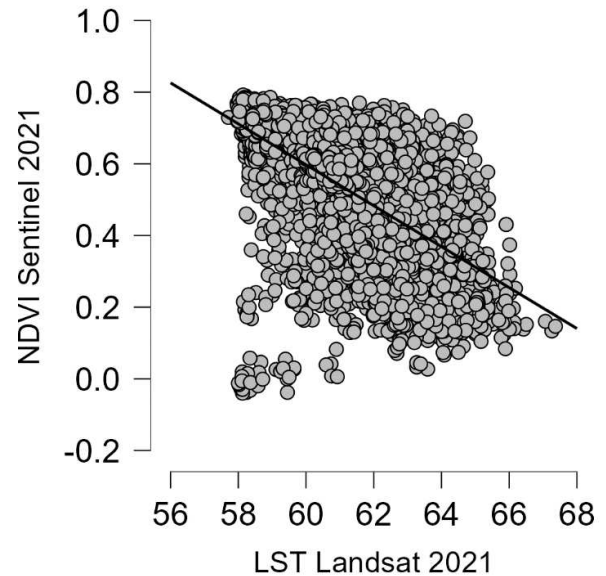


16. ábra. Összefüggés a 2018-as átlagos zöldfelületi intenzitás (Sentinel-2B) és átlagos felszíni hőmérséklet (Landsat-8) között
(saját szerkesztés)

Mivel a felszíni hőmérsékletet a Landsat-8 műholdfelvételek adatai alapján számoltuk ki, ezért először a Landsat-8 alapján számított normalizált differenciált vegetációs indexszel hasonlítottuk össze. Minden vizsgált évben negatív korrelációt tapasztaltunk az adatsorok között, ami azt mutatja, hogy ahogyan az egyik növekszik, úgy csökken a másik. Tehát magasabb NDVI értékek mellett alacsonyabb a felszíni hőmérséklet. A 2018-as eredmények között negatív és szoros kapcsolat áll fent ($r=-0,562$; $p<0,001$). A 2021-es eredmények között szintén negatív, de már szorosabb kapcsolat áll fent ($r=-0,586$; $p<0,001$), a 2022-es év eredményei pedig nagyon hasonlóak a 2018-aséhoz, ahol negatív és szoros kapcsolat áll fent ($r=-0,53$; $p<0,001$).



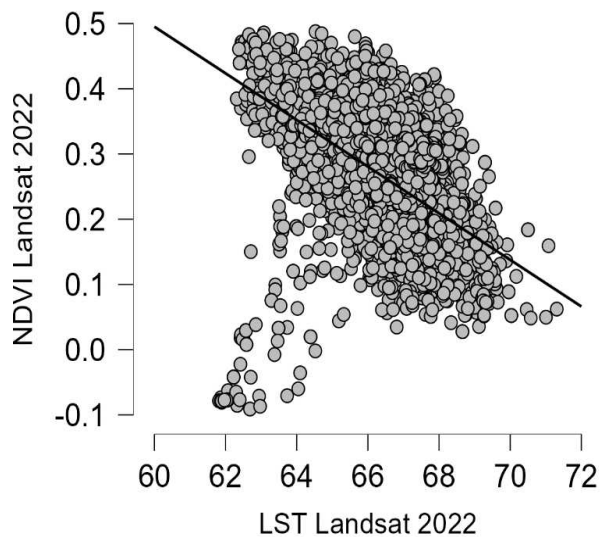
17. ábra. Összefüggés a 2021-es átlagos zöldfelületi intenzitás (Landsat-8) és átlagos felszíni hőmérséklet (Landsat-8) között
(saját szerkesztés)



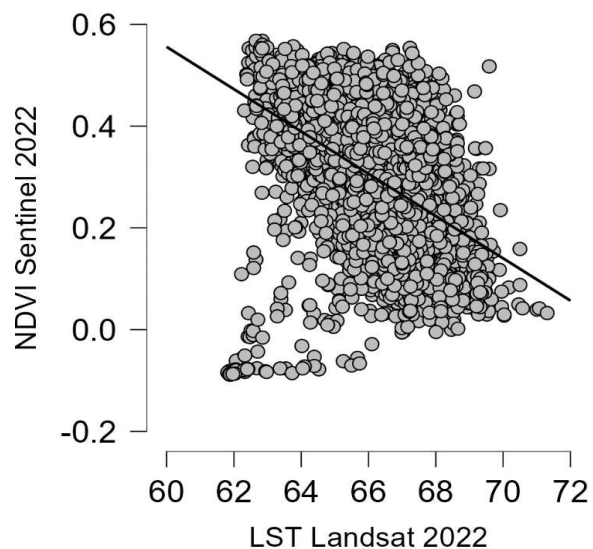
18. ábra. Összefüggés a 2021-es átlagos zöldfelületi intenzitás (Sentinel-2B) és átlagos felszíni hőmérséklet (Landsat-8) között
(saját szerkesztés)

Ahogy már a fejezetben említettük, szoros kapcsolat áll fent a Sentinel-2B és a Landsat-8 műholdfelvételek NDVI adatsorai között, ezért ezeket is korreláltattuk minden évre a Landsat-8 műholdfelvételek felszíni hőmérséklet adatsorival. Eltérés azonban mutatkozott, hiszen a Sentinel-2B és a Landsat-8 műholdfelvételei között felbontásbeli különbségek vannak. Ahogy az előző esetben, itt is minden vizsgált évben negatív korrelációt tapasztaltunk az adatsorok között, ami azt mutatja, hogy ahogyan az egyik növekszik, úgy csökken a másik.

A 2018-as Sentinel-2B NDVI értékei és a 2018-as Landsat-8 értékek között negatív és laza kapcsolat áll fent ($r=-0,46$; $p<0,001$). A 2021-es Sentinel-2B NDVI értékek és a 2021-es Landsat-8 értékek között negatív és szoros kapcsolat áll fent ($r=-0,543$; $p<0,001$), a 2022-es év Sentinel-2B NDVI értékei és a 2022-es Landsat-8 értékek között pedig hasonlóan, mint a 2018-as évben, negatív és laza kapcsolat áll fent ($r=-0,448$; $p<0,001$).



**19. ábra. Összefüggés a 2022-es
 átlagos zöldfelületi intenzitás
 (Landsat-8) és átlagos felszíni
 hőmérséklet (Landsat-8) között**
(saját szerkesztés)



**20. ábra. Összefüggés a 2022-es
 átlagos zöldfelületi intenzitás
 (Sentinel-2B) és átlagos felszíni
 hőmérséklet (Landsat-8) között**
(saját szerkesztés)

ÖSSZEFOGLALÁS

Diplomamunkám céljával azt tűztem ki, hogy megvizsgáljam, miként változik Beregszász városának zöldfelületi állapota a 2018-2022-es évek alatt. Mivel a zöldterületek hatása minden település számára meghatározó több szempont miatt is (például: környezetvédelmi, ökológiai, környezet-egészségügyi, esztétikai és használati) ezért úgy gondolom, hogy érdemes figyelmet fordítani ennek nyomon követésére.

Megvizsgáltuk a Sentinel-2B és a Landsat 8 műholdak felvételeiből számított, évenként több felvétel átlagából képzett NDVI eredménytérképek felhasználhatóságát a városi zöldfelületek térképezésében és változásvizsgálatában.

Két hipotézisünk volt munkánk során, amit sikerült is alátámasztanunk vizsgálatainkkal. Első hipotézisünk az eredménytérképek támasztják alá leginkább, ugyanis azt feltételeztük, hogy a városi zöldfelületek kiterjedése és általános egészségi állapota az évek alatt jelentősen csökkent, aminek oka több dologra is visszavezethető. Elsősorban ilyen például az időjárás, mivel a csapadék mennyisége, a fagyok, és a fokozatos hőmérsékletingadozás kihatással van a vegetáció milyenségére. A másik befolyásoló tényező a fokozott a fokozott urbanizáció, ami az 5 éves vizsgálati időszakban kifejezetten megmutatkozik. Az elkészült eredménytérképek ezen változásokat nagyon jól demonstrálják.

Mind a Sentinel-2B, mind a Landsat 8 műhold felvételei eredményesen alkalmazhatóak a vegetáció változásának vizsgálatára városi szinten. Ezt egyrészt az eredménytérképek, másrészt pedig a kész állományok korrelációs vizsgálata is alátámasztja. A 2018-as év Normalizált Differenciált Vegetációs Indexet, átlagtérképeinek adatsora között pozitív összefüggés és nagyon szoros kapcsolat áll fent ($r=0,799$; $p<0,001$). A 2021-es átlagtérképeinek adatsora között pozitív összefüggés és szintén nagyon szoros kapcsolat áll fent ($r=0,873$; $p<0,001$), míg a 2022-es átlagtérképeinek adatsora között pozitív összefüggés és szoros kapcsolat áll fent ($r=0,735$; $p<0,001$). Ugyanakkor a műholdak pályájának, a felvétel készítési időpontjának valamint a műholdakon található érzékelők különbsége miatt eltérések vannak az intenzitásértékekben a pixelek szintjén, ami a városra jellemző zöldfelület intenzitás trendjét nem befolyásolja jelentősen.

Kutatásunk második hipotézisünk az volt, hogy a városi zöldfelületi index értékei összefüggésben állnak a felszíni hőmérséklet értékeivel. Feltételezésünk az volt, hogy a növényborítottság növekedésével és a növényzet egészségi állapotának javulásával alacsonyabb felszíni hőmérsékleti értékek párosulnak, melynek kiemelkedő szerepe lehet humán- és

városökológiai szempontból egyaránt. Ennek alátámasztásra korrelációs vizsgálatokat végeztünk el a JASP statisztikai elemző program segítségével.

A felszíni hőmérsékletet a Landsat-8 műholdfelvételek termikus csatornáinak adatai alapján számoltuk ki, ezért először a Landsat-8 műholdfelvételek alapján készült normalizált differenciált vegetációs indexszel hasonlítottuk össze. Minden vizsgált évben negatív korrelációt tapasztaltunk az adatsorok között, ami azt mutatja, hogy ahogyan növekszik az NDVI értéke, úgy csökken a felszín hőmérséklete. A 2018-as Landsat 8 NDVI és Landsat 8 LST értékek között negatív és szoros kapcsolat áll fent ($r=-0,562$; $p<0,001$). A 2021-es eredmények között szintén negatív, de már szorosabb kapcsolat áll fent ($r=-0,586$; $p<0,001$), a 2022-es év eredményei pedig nagyon hasonlóak a 2018-aséhoz, ahol negatív és szoros kapcsolat áll fent ($r=-0,53$; $p<0,001$).

Mivel a Sentinel-2B és a Landsat-8 műholdfelvételek NDVI adatsorai között szoros kapcsolat áll fent, ezért ezeket is korreláltattuk minden évre a Landsat-8 műholdfelvételek felszíni hőmérséklet adatsorival. Ahogy az előző esetben, itt is minden vizsgált évben negatív korrelációt tapasztaltunk az adatsorok között. A 2018-as Sentinel-2B NDVI értékei és a 2018-as Landsat-8 felvételeiből származtatott LST értékek között negatív és laza kapcsolat áll fent ($r=-0,46$; $p<0,001$). A 2021-es Sentinel-2B NDVI értékek és a 2021-es Landsat-8 értékek között negatív és szoros kapcsolat áll fent ($r=-0,543$; $p<0,001$), a 2022-es év Sentinel-2B NDVI értékei és a 2022-es Landsat-8 értékek között pedig hasonlóan, mint a 2018-as évben, negatív és laza kapcsolat áll fent ($r=-0,448$; $p<0,001$).

РЕЗЮМЕ

Метою моєї дипломної роботи було дослідити, як зміниться стан зелених насаджень міста Берегово протягом 2018-2022 років. Оскільки вплив зелених насаджень має вирішальне значення для кожного муніципалітету з кількох причин (наприклад, екологічних, санітарно-гігієнічних, естетичних та утилітарних), я вважаю, що варто звернути увагу на його моніторинг.

Ми дослідили корисність усереднених за кілька років карт результатів NDVI з супутників Sentinel-2B та Landsat 8 для картографування та аналізу змін у міських зелених насадженнях.

У нашій роботі ми мали дві гіпотези, які ми змогли підтвердити нашими дослідженнями. Наша перша гіпотеза найкраще підтверджується даними табло, оскільки ми припустили, що масштаби та загальний стан міських зелених насаджень значно погіршилися за останні роки через низку причин. Перш за все, це погода, оскільки опади, заморозки та поступові коливання температури впливають на якість рослинності. Іншим фактором впливу є зростання урбанізації, що чітко простежується впродовж 5-річного періоду дослідження. Карти дуже добре демонструють ці зміни.

Супутники Sentinel-2B та Landsat 8 можуть бути ефективно використані для вивчення змін рослинності на міському рівні. Це підтверджується як картами результатів, так і кореляційним аналізом готових інвентаризацій. Існує дуже сильний зв'язок між нормалізованим диференційованим індексом рослинності, середніми наборами даних карт за 2018 рік ($r=0,799$; $p<0,001$), дуже сильний зв'язок між середніми наборами даних карт за 2021 рік ($r=0,873$; $p<0,001$) і сильний зв'язок між середніми наборами даних карт за 2022 рік ($r=0,735$; $p<0,001$). Однак через відмінності в орбітах супутників, датах зйомки та датчиках на супутниках існують відмінності у значеннях інтенсивності на рівні пікселів, які суттєво не впливають на тенденцію інтенсивності зелених насаджень для міста.

Наша друга гіпотеза полягала в тому, що значення індексу зелених насаджень у містах пов'язані зі значеннями поверхневої температури. Наша гіпотеза полягала в тому, що збільшення рослинного покриву і поліпшення стану рослинності буде пов'язано з нижчими значеннями поверхневої температури, що може відігравати важливу роль як в екології людини, так і в екології міста. Для підтвердження цього були проведені кореляційні дослідження з використанням програмного забезпечення для статистичного аналізу JASP.

Температуру поверхні розраховували за даними теплового каналу супутника Landsat-8 і спочатку порівнювали з нормалізованим диференціальним вегетаційним

індексом (NDVI) за знімками супутника Landsat-8. Негативна кореляція між рядами даних спостерігалася в усі досліджувані роки, що свідчить про те, що зі збільшенням значення NDVI температура поверхні знижується. Значення NDVI Landsat 8 у 2018 році та Landsat 8 LST негативно і сильно корелюють ($r=-0,562$; $p<0,001$), результати 2021 року також негативно, але сильніше ($r=-0,586$; $p<0,001$), а результати 2022 року дуже схожі на 2018 рік, де виявлено негативну і сильну кореляцію ($r=-0,53$; $p<0,001$).

Оскільки існує сильна кореляція між рядами даних NDVI з супутників Sentinel-2B та Landsat-8, вони також були співставлені з рядами даних приземної температури з супутника Landsat-8 для кожного року. Як і в попередньому випадку, негативна кореляція між рядами даних спостерігалася в усі досліджувані роки. Між значеннями NDVI за даними Sentinel-2B за 2018 рік та значеннями LST за даними Landsat-8 за 2018 рік існує від'ємний та слабкий кореляційний зв'язок ($r=-0,46$; $p<0,001$). Існує негативний і тісний зв'язок між значеннями NDVI 2021 року Sentinel-2B і значеннями 2021 року Landsat-8 ($r=-0,543$; $p<0,001$), а також негативний і слабкий зв'язок між значеннями NDVI 2022 року Sentinel-2B і значеннями 2022 року Landsat-8, подібно до значень 2018 року ($r=-0,448$; $p<0,001$).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- B. L. MARKHAM, D. L. HELDER (2012): Forty-year calibrated record of earth-reflected radiance from Landsat: A review. *Remote Sensing of Environment*, 122, 30-40. p.
- B.M. SLEETER, T.L. SOHL, M.A. BOUCHARD, R.R. REKER, C.E. SOULARD, W. ACEVEDO, G.E. GRIFFITH, R.R. SLEETER, R.F. AUCH, K.L. SAYLER, S. PRISLEY, Z. ZHU (2012): Scenarios of land use and land cover change in the conterminous United States: Utilizing the special report on emission scenarios at ecoregional scales. *Global Environmental Change*, 22, 896-914. p.
- BALOGH R. (2013): Légifelvételzés a természettudomány szolgálatában. *Repüléstudományi közlemények*, XXV. évfolyam 2. szám.
- BARANYAI G., BALOGH A. (2010): Települési zöldfelületek mozaikosságának vizsgálata néhány városunk példáján. V. Erdei Ferenc Tudományos Konferencia, Kecskemét, 1096-1100. p.
- BARANYAI G., CSAPÓ T. (2011): Zöldterületek a hazai városokban, hatásuk az életminőségre, különös tekintettel a városklímára. In: Kókai S. (szerk.): *Geográfiai folyamatok térben és időben*. Nyíregyháza. 63-75. p.
- BKÁÉ (2020): I.2. Épített zöldfelületek. Budapest Környezeti Állapotértékelése 2019 – 2020
Letöltés ideje: 2022.09.07.
- C.E. WOODCOCK, R. ALLEN, M. ANDERSON, A. BELWARD, R. BINDSCHADLER, W.B. COHEN, F. GAO, S.N. GOWARD, D. HELDER, E. HELMER, R. NEMANI, L. OREOPOULOS, J. SCHOTT, P.S. THENKABAIL, E.F. VERMOTE, J. VOGELMANN, M.A. WULDER, R. WYNNE (2008): Free access to Landsat imagery. *Science*, 320, 1011. p.
- D. PHIRI, M. SIMWANDA, S. SALEKIN, V.R. NYIRENDA, Y. MURAYAMA, M. RANAGALAGE (2020): Sentinel-2 Data for Land Cover/Use Mapping: A Review. Letöltés ideje: 2022.09.07.
- D. S. REDDY, R. C. PRASAD (2018): Prediction of vegetation dynamics using NDVI time series data and LSTM. Letöltés ideje: 2022.09.25.
- D.P. ROY, J.S. BORAK, S. DEVADIGA, R.E. WOLFE, M. ZHENG, J. DESCLOITRES (2002): The MODIS Land product quality assessment approach. *Remote Sensing of Environment*, 83, 62-76. p.
- DOMOKOS GY.-NÉ (1984): *Távérzékelés a műszaki gyakorlatban*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 198. p.

- G. GUTMAN, R. BYRNES, J. MASEK, S. COVINGTON, C. JUSTICE, S. FRANKS, R. HEADLEY (2008): Towards monitoring Land-cover and land-use changes at a global scale: The global land survey. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 74, 6-10. p.
- HAACK, B.N. (1982): Landsat: A tool for development. *World Dev*, 10, 899–909. p.
- J.R. IRONS, T.R. LOVELAND (2013): Eighth Landsat satellite becomes operational. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 79, 398-401. p.
- J.R.G. TOWNSHEND, C.O. JUSTICE (1988): Selecting the spatial-resolution of satellite sensors required for global monitoring of land transformations. *International Journal of Remote Sensing*, 9, 187-236. p.
- JOMBACH S. (2014): Zöldfelület intenzitás állapota és változása 2010-2013 időszakban, Budapest XIII. kerület. Budapesti Corvinus Egyetem Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, Budapest, 2-7. p.
- KORMÁNY GY. (1996): Kárpátalja földrajzi vázlata (Oktatási segédanyag), Nyíregyháza – Beregszász
- LÓKI J. (1996): Távérzékelés. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 113. p.
- M.A. WULDER, J.G. MASEK, W.B. COHEN, T.R. LOVELAND, C.E. WOODCOCK (2012): Opening the archive: How free data has enabled the science and monitoring promise of Landsat. *Remote Sensing of Environment*, 122, 2-10. p.
- M.C. HANSEN, T.R. LOVELAND (2012): A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 2012, 66-74. p.
- Meteorológiai Tanszék, Budapest, 11-12. p.
- MIKA J., UTASI Z., BIRÓ Cs., PÉNZESNÉ KÓNYA E. (2011) – Műholdakról távérzékelte adatok feldolgozása és hasznosítása. EKF Matematikai és Informatikai Intézet
- MOLNÁR G. (2015): Városklimatológiai karakterisztikák vizsgálata Budapestre Landsat műholdképek alapján. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet
- MUCSI L. (1995): Műholdas távérzékelés és digitális képfeldolgozás. Jatepress, Szeged, 172. p.
- MUCSI L. (2016): Műholdfelvételek feldolgozásának elmélete és gyakorlata. Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 3-6. p.
- OMSZ (2019): NDVI – Normalizált Vegetációs Index. Ismertető a Műholdas vegetációs index agrometeorológiai aloldalhoz Letöltés ideje: 2022.09.25.
- P. LEWIS, J. GÓMEZ-DANS, T. KAMINSKI, J. SETTLE, T. QUAIFFE, N. GOBRON, J. STYLES, M. BERGER (2012): An Earth Observation Land Data Assimilation System (EO-LDAS). *Remote Sensing of Environment*, 120, 219-235. p.

- PAPP G. (2008): Beregszász város légszennyezettségének vizsgálata az 1997-2007-es KÖJÁL-
adatok alapján. *Acta Beregsasiensis*, 7/2, 89-97. p.
- Pusztai T. (2011): Baja város térinformatikai rendszere. Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Budapest, 6-8. p.
- R. NEMANI, H. HASHIMOTO, P. VOTAVA, F. MELTON, W. WANG, A. MICHAELIS, L. MUTCH, C.
MILESI, S. HIATT, M. WHITE (2009): Monitoring and forecasting ecosystem dynamics using
the Terrestrial Observation and Prediction System (TOPS), *Remote Sensing of Environment*,
113, 1497-1509. p.
- REICHHOLF J. (1999): A települések ökológiája. Magyar Könyvklub, Budapest, 224. p.
- Szabó G. (2010): Quantum GIS Felhasználói kézikönyv. Letöltés ideje: 2022.10.23.
- TAKSZ L. (2018): Módszertani útmutató városi klímastratégiák kidolgozásához. MBFSZ
Nemzeti Alkalmazkodási Központ Főosztály-Klímabarát Települések Szövetsége, Budapest,
7-14. p.
- VÁTI NONPROFIT KFT. (2011): Klímabarát városok – Kézikönyv az európai városok
klímaváltozással kapcsolatos feladatairól és lehetőségeiről. Budapest
- VINCE T. (2005): Éghajlatváltozások detektálása a Beregszászi Meteorológiai Állomás adatai
alapján. Diplomamunka. II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász, 17. p.

INTERNETES HIVATKOZÁSOK

Internet 1: <https://www.meteorologiaenred.com/hu/que-es-un-satelite.html> Letöltés ideje: 2022.09.25.

Internet 2: <https://eos.com/make-an-analysis/ndvi/> Letöltés ideje: 2023.05.03

Internet 3: <http://astro.u-szeged.hu/szakdolgozas/vegiandras/felhasznalas/homersekleteloszlas.html>
Letöltés ideje: 2022.09.07.

Internet 4: <https://www.usgs.gov/about/about-us/who-we-are> Letöltés ideje: 2023.02.14.

Internet 5: <https://www.usgs.gov/science/mission-areas> Letöltés ideje: 2023.02.14.

Internet 6: <https://www.directionsmag.com/article/2000> Letöltés ideje: 2023.02.14.

Internet 7: <https://jasp-stats.org/about/> Letöltés ideje: 2022.10.23.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. A közeli infravörös (near-infrared) és a látható (visible) színtartományok elnyelődése, valamint visszaverődése az egészséges és gyengélkedő növények leveleiről (Internet 2, Letöltés ideje: 2023.05.03).....	10.
2. ábra. A mintavételi terület, Beregszász (saját szerkesztés).....	14.
3. ábra. A Landsat műholdcsalád (Molnár, 2015).....	16.
4. ábra. A zöldfelület intenzitás térkép jelkulcsa és magyarázata (Jombach, 2014).....	20.
5. ábra. Az átlagos normalizált differenciált vegetációs index 2018-ban a Sentinel-2B műholdfelvételei alapján (saját szerkesztés).....	26.
6. ábra. Az átlagos normalizált differenciált vegetációs index 2022-ben a Sentinel-2B műholdfelvételei alapján (saját szerkesztés).....	26.
7. ábra. Az átlagos normalizált differenciált vegetációs index 2021-ben a Sentinel-2B műhold felvételei alapján (saját szerkesztés).....	27.
8. ábra. Az átlagos normalizált differenciált vegetációs index 2021-ben a Landsat-8 műhold felvételei alapján (saját szerkesztés).....	27.
9. ábra. Az átlagos zöldfelületi intenzitás 2018-ban a Sentinel-2B műholdfelvételei alapján (saját szerkesztés).....	28.
10. ábra. Az átlagos zöldfelületi intenzitás 2022-ben a Sentinel-2B műholdfelvételei alapján (saját szerkesztés).....	28.
11. ábra. Az átlagos zöldfelületi intenzitás változása 2018-2022 között a Sentinel-2B műholdfelvételei alapján (saját szerkesztés).....	29.
12. ábra. Az átlagos zöldfelületi intenzitás változása 2018-2022 között a Landsat-8 műholdfelvételei alapján (saját szerkesztés).....	29.
13. ábra. Az átlagos felszíni hőmérséklet (C°) 2018-ban (saját szerkesztés).....	30.
14. ábra. Az átlagos felszíni hőmérséklet (C°) 2022-ben (saját szerkesztés).....	30.
15. ábra. Összefüggés a 2018-as átlagos zöldfelületi intenzitás (Landsat-8) és átlagos felszíni hőmérséklet (Landsat-8) között (saját szerkesztés).....	31.
16. ábra. Összefüggés a 2018-as átlagos zöldfelületi intenzitás (Sentinel-2B) és átlagos felszíni hőmérséklet (Landsat-8) között (saját szerkesztés).....	31.
17. ábra. Összefüggés a 2021-es átlagos zöldfelületi intenzitás (Landsat-8) és átlagos felszíni hőmérséklet (Landsat-8) között (saját szerkesztés).....	32.

18. ábra. Összefüggés a 2021-es átlagos zöldfelületi intenzitás (Sentinel-2B) és átlagos felszíni hőmérséklet (Landsat-8) között.....	32.
19. ábra. Összefüggés a 2022-es átlagos zöldfelületi intenzitás (Landsat-8) és átlagos felszíni hőmérséklet (Landsat-8) között (saját szerkesztés).....	33.
20. ábra. Összefüggés a 2022-es átlagos zöldfelületi intenzitás (Sentinel-2B) és átlagos felszíni hőmérséklet (Landsat-8) között (saját szerkesztés).....	33.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. A Sentinel-2 szenzornak (S2A és S2B) a spektrális sávjai és a térbeli felbontása (Mucsi, 2016).....	18.
2. táblázat. A letöltött műholdfelvételek elkészülésének dátuma.....	25.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetnyilvánítást szeretnék mondani a Miskolci Egyetem Földrajz-Geoinformatika Intézet munkatársának, Molnár Ferencnek, a műholdfelvételek feldolgozásában és a statisztikai vizsgálatok elvégzésében nyújtott segítségért és végül, de nem utolsó sorban köszönetet szeretnék mondani témavezetőmnek, Hadnagy Istvánnak.

Ім'я користувача:
Ласло Широка-Кудрон

ID перевірки:
1015283968

Дата перевірки:
27.05.2023 09:56:58 CEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
27.05.2023 11:55:29 CEST

ID користувача:
100011757

Назва документа: Zsendely_Kinga_MSc_diplomamunka

Кількість сторінок: 48 Кількість слів: 9500 Кількість символів: 83404 Розмір файлу: 2.48 MB ID файлу: 1014956596

11.1% Схожість

Найбільша схожість: 2.94% з Інтернет-джерелом (<http://docplayer.hu/5929240-Zoldfelulet-intenzitas-allapota-es-valtoza...>)

10.2% Джерела з Інтернету 224 Сторінка 50

1.46% Джерела з Бібліотеки 104 Сторінка 52

6.34% Цитат

Цитати 25 Сторінка 53

Посилання 1 Сторінка 54

5.88% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

5.88% Вилучення з Інтернету 461 Сторінка 55

Немає вилучених бібліотечних джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 3