

Miskolci Egyetem
Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar
Földrajz - Geoinformatika Intézet

University of Miskolc
Faculty of Earth and Environmental
Sciences and Engineering
Institute of Geography and Geoinformatics



Hőszigetek térképezése idősoros műholdképek segítségével Mezőkövesden
„Mapping of urban heat islands using series of satellite images in
Mezőkövesd”

OTDK dolgozat

Szerző: **Juhász Fanni**
geoinformatika mesterszakos hallgató
Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar
Miskolci Egyetem

Konzulensek: **Dr. Vágó János**
tszv. egyetemi docens
Földrajz-Geoinformatika Intézet

Dr. Pecsmány Péter
egyetemi adjunktus
Földrajz-Geoinformatika Intézet

Miskolc, 2024

Eredetiségi nyilatkozat

"Alulírott Juhász Fanni, a Miskolci Egyetem Műszaki Föld- és Környezettudományi Karának hallgatója büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és aláírással igazolom, hogy ezt a dolgozatot saját magam készítettem, a benne leírt vizsgálatokat – ha ezt külön nem jelzem – magam végeztem el, és az ismertetett eredményeket magam értem el. Adatokat, információkat csak az irodalomjegyzékben felsorolt forrásokból használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem."

Miskolc, 2024.11.13.

.....
Juhász Fanni

a hallgató aláírása

A konzulens nyilatkozata

Alulírott Dr. Vágó János, a Miskolci Egyetem Földrajz-Geoinformatika Intézetének tanszékvezető egyetemi docense és Dr. Pecsmány Péter, a Miskolci Egyetem Földrajz-Geoinformatika Intézetének egyetemi adjunktusa a TDK dolgozatot beadásra alkalmasnak ítélem.

Egyéb megjegyzések ajánlás:

Miskolc, 2024.11.13.

.....
Vágó János

a konzulens aláírása

.....
Pecsmány Péter

a konzulens aláírása

Tartalomjegyzék

Bevezetés	1
1. Anyag és módszer	1
1.1. Landsat műholdas állományok.....	2
1.2. Normalizált Differenciális Vegetációs Index (NDVI) meghatározása	3
1.3. Földfelszíni hőmérséklet (LST) meghatározása	4
2. Kutatási terület bemutatása	6
2.1. Természetföldrajzi adottságok.....	6
2.2. Társadalomföldrajzi adottságok.....	8
3. Eredmények	9
3.1. 2014-es eredmény	10
3.2. 2016-os eredmény	12
3.3. 2017-es eredmény	14
3.4. 2022-es eredmény	16
3.5. 2023-as eredmény	18
3.6. 2024-es eredmény	20
3.7. Mezőkövesd belterületének tanulmányozása	22
4. Összegzés	25
Irodalomjegyzék	26

Összefoglalás

A klímaváltozás hatásainak kisléptékben történő elemzése napjaink egyik legfontosabb környezetvédelmi kihívása, ehhez tartozik a települési környezetben kialakult hőszigetek elemzése is. Kutatásomban műholdképek felhasználásával földfelszíni hőmérsékleti térképeket (LST – Landsurface Temperature) és NDVI (Normalizált Differenciált Vegetációs Index) térképeket készítettem, melyek segítségével célom az volt, hogy feltárjam a vizsgálati terület (Mezőkövesd) hőszigeteit, azok elhelyezkedését, térbeli kiterjedésének változását, valamint a hőszigetek növényzet állapotára (NDVI) gyakorolt hatását.

A kutatásban Landsat 8 és 9 műholdfelvételeket használtam az elmúlt 10 év nyári időszakából, melyeket a USGS (United States Geological Survey – USA Földtani Szolgálata) adatbázisából töltöttem le. A megfelelő műholdfelvételek kiválasztásához két fontos szempontot kellett szem előtt tartanom, ezek a magas hőmérsékleti tartományok és a megfelelő időjárási körülmények voltak (felhőtlen, tiszta égbolt). Ehhez a HungaroMET által közölt időjárási előrejelzéseket, valamint a napi középhőmérsékleti adatokat használtam fel. A LST és az NDVI állományokat a szakirodalom alapján számítottam ki. A hőszigetek azonosításához a kapott LST állományokat átlagoltam, majd újraosztályoztam. Az eredményekből megfelelően lehet következtetni a növényzethiányos, fásítandó térszínekre.

Kutatásomat a későbbiek során szeretném kiterjeszteni Mezőkövesdhez hasonló nagyságú, de eltérő földrajzi adottságokkal rendelkező településekre.

Summary

The analysis of climate change effects on a small scale is among the most critical environmental challenges today, encompassing the study of urban heat islands. In my research, I generated land surface temperature (LST) maps and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) maps through satellite imagery. My goal was to identify the heat islands in the study area (Mezőkövesd), their locations, changes in their spatial extent, and the impact these heat islands have on vegetation condition (NDVI).

This research utilized Landsat 8 and 9 satellite images from summer periods over the past 10 years, sourced from the USGS (United States Geological Survey) database. Selecting suitable satellite images required consideration of two main criteria: high temperature ranges and favorable weather conditions (clear skies). To meet these conditions, I used weather forecasts from HungaroMET and daily average temperature data. LST and NDVI layers were calculated according to scientific literature. To identify heat islands, I averaged and reclassified the resulting LST layers.

In the future, I plan to extend this research to towns similar in size to Mezőkövesd but with varying geographical characteristics.

Bevezetés

A globális éghajlatváltozás jelenleg az egyik legnagyobb probléma, amely az egész bioszférára hatással van. Az emberiség célja az, hogy bolygónk és környezetünk élhető maradjon, ehhez pedig összefogásra és fenntartható cselekvésre van szükségünk. 2015. december 12-én a Párizsban tartott éghajlatváltozási konferencián olyan megállapodás született, melynek célja a felmelegedés mértékének $1,5^{\circ}\text{C}$ alatt tartása, illetve az éghajlatváltozás hatásainak kezelése. Felismerték, hogy a környezet védelme érdekében csökkenteni kell az üvegházhatású gázok kibocsátását, ennek érdekében javítani kell az energiahatékonyságot, megújuló energiaforrások használatát kell előnyben részesíteni. A klímaváltozás elleni küzdelemhez hozzájárulhatnak az erdőtelepítési programok és a fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok bevezetése is (Besenyei M., 2016).

Az ország első Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiája Magyarország középtávú klímapolitikájának három fő cselekvési irányát jelölte ki. Ezek az uniós és nemzetközi követelményeknek megfelelő intézkedések azt a célt szolgálják, hogy csökkentsék a klímaváltozást okozó gázok kibocsátását, és megakadályozzák ezek növekedését. Emellett felkészülnek a már elkerülhetetlen éghajlatváltozás kedvezőtlen hatásaira, és igyekeznek védekezni azok ellen. Fontos cél a közösségek alkalmazkodóképességének javítása, valamint az emberek tájékoztatása és a klímatudatosság erősítése (Huszár A., 2018).

Az éghajlatváltozás okozta kihívásokra, azok kezelésére településeink esetében is fel kell készülni. A megfelelő stratégia kidolgozásához a településeknek fel kell tárnia a klímaváltozás okozta problémákat és azok kezelésére ismerniük kell lehetőségeiket. Munkámban egy ilyen problémát, a hőszigetek kialakulását és a zöldfelületek változását vizsgáltam egy kisváros, Mezőkövesd esetében.

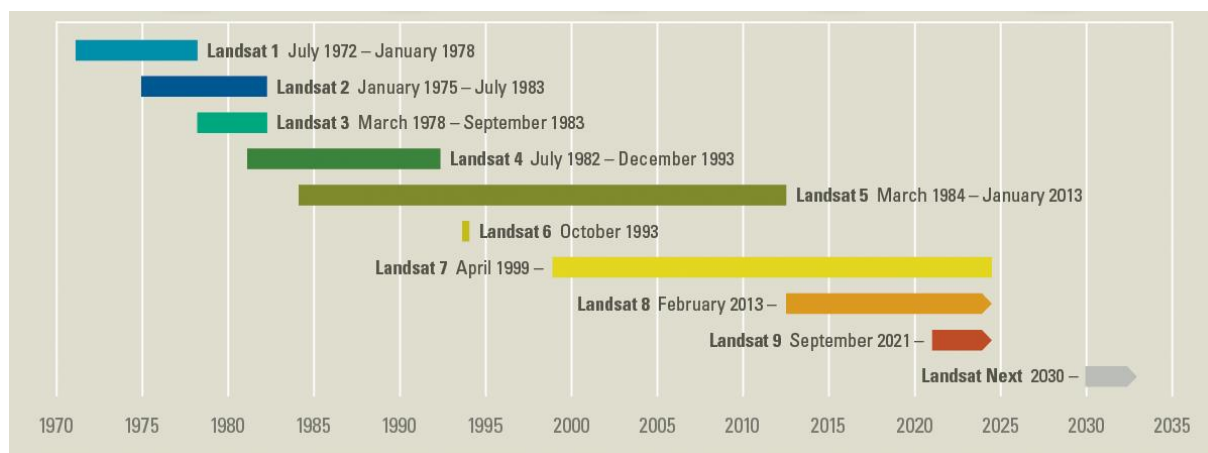
1. Anyag és módszer

Az elemzéshez a Landsat-8, illetve a Landsat-9 által készített műholdfelvételeket használtam, amiket az USGS honlapjáról (earthexplorer.usgs.gov) töltöttem le. A letöltött képeket ArcGIS szoftver által hasznosítottam, és olyan térképeket készítettem, amik megfelelően szemléltetik a vizsgált terület – Mezőkövesd – hőszigeteinek és vegetációs indexének alakulását az utóbbi 10 év adott napjain. Ebben a fejezetben bemutatom a Landsat műholdas állományokat, illetve a feldolgozás folyamatait, módszereit.

1.1. Landsat műholdas állományok

A Landsat műholdak 1972. július 23. óta, tehát 52 éve folyamatosan készítene felvételeket a Földről a NASA (National Aeronautics and Space Administration) és az USGS (United States Geological Survey) együttműködésével. A műholdak segítségével fontos információkat kaphatunk Földünk természeti erőforrásairól, illetve a környezetünk minőségéről. A távérzékelte adatokat a mezőgazdaságban, az erdészetben, a várostervezésben, az oktatásban és a térképészetben is egyaránt felhasználják. Az idősoros felvételeknek köszönhetően az évek folyamán bekövetkező változások (pl. hőmérsékleti, vegetációs, épített környezeti) is megfelelően tanulmányozhatók (Nemerkenyi A., 1999).

A Landsat programnak eddig 9 küldetése volt, melyek közül 8 valósult meg (a Landsat-6 nem tudott pályára állni, így nem szerepel a sikeres Landsat-számlálásban). Jelenleg két Landsat-típusú műhold kering a Föld körül, melyek a Landsat-8 és a Landsat-9. A Landsat-7 képalkotása pedig tavaly, 2024. január 19-én fejeződött be. (usgs.gov)



1. ábra. Landsat műholdcsalád (Forrás: usgs.gov)

A Landsat-7 1999. április 15-én kezdte el a felvételeket készíteni korábbi műholdakhoz képest fejlettebb, Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) érzékelővel működve. Ennek köszönhetően 8 bites adatrendszert állított elő, melyek javították a képek felbontását és minőségét. 2003. május 31-én a műhold haladását kompenzáló érzékelő meghibásodott, így a leképezett terület megduplázódott, sávszélessége megnőtt, viszont a képpontok 78%-a továbbra is felhasználható maradt, így további 10 éven keresztül tudták használni (Mucsi L., 2013). Ebben az időintervallumban, pontosan 2008-ban az USGS a Landsat-7 állományait ingyenesen hozzáférhetővé tette, majd nem sokkal később a korábbi Landsat műholdak felvételei is elérhetővé váltak - azóta pedig természetesen a Landsat 8/9 adatai is -, melynek következtében bárki tanulmányozhatja, dolgozhat ezekkel az adatokkal. 2022. április elején 705 km-es magasságból 697 km-re állították a pályáját, ez által pedig lehetőség nyílt egy olyan

tanulmányozásra, melyben az alacsonyabb pályán készült képeket össze lehet hasonlítani a korábbi felvételekkel. Végül 2024 januárjában a műhold teljes napfénybe került, ezért az akkumulátorok egészségének és biztonságának megőrzése - túlmelegedés elkerülése - érdekében a tudományos képkalkotást felfüggesztették (usgs.gov).

A Landsat-8 2013. február 11-én került Föld körüli pályára, a 21. század első Landsat műholdjaként, további két új műszerrel - Operational Land Imager (OLI) és a Thermal Infrared Sensor (TIRS) - bővülve. Az OLI szenzor 9 különböző spektrális sávban érzékel: 2 kék, zöld, vörös, közeli infravörös, 2 rövidhullámú infravörös, pánkromatikus és cirrus (felhő érzékelő). A TIRS a termális tartomány további két keskeny sávjában gyűjti az adatokat, mely segítségével lehetőség nyílik a földfelszín hőmérsékletét meghatározni (Hossam F., 2020).

A Landsat-9 műhold 2021.szeptember 27-én indult az űrbe az OLI-2 és a TIRS-2 műszerekkel felszerelve, melyek a Landsat-8 készülékeinek továbbfejlesztett másolatai. Az OLI-2 jobb radiometriai felbontással rendelkezik, így kisebb eltéréseket is megfelelően képes érzékelni, akár tavak vagy erdők esetében. A TIRS-2 jelentősen minimalizálta a szórt fényt a Landsat 8 szenzorjához képest, ami jobb légköri korrekciót és pontosabb felületi hőmérséklet adatokat tud biztosítani (nasa.gov).

A Landsat-8 és a Landsat-9 azonos pályán, 705 km-es magasságban, 99 perces keringési idővel működnek, ezáltal naponta közel 1500 új felvétellel egészíti ki az USGS Landsat archívumát (usgs.gov).

1.2. Normalizált Differenciális Vegetációs Index (NDVI) meghatározása

Az NDVI a növényzettel fedett térszíneket kategorizálja azok állapota szerint, -1 és 1 értékek között. Az 1-hez közeli értékek a sűrű, zöld területeket, a 0 körüli értékek az urbanizált, épített területeket, míg a -1-hez közeli értékek többnyire tavak, vízfolyások lehetnek. Az NDVI segítségével tehát megfigyelhetők a száraz, gyér, a beépített és a növénytakarós körzetek, mely hasznos a biomassa méréséhez, az erdőkínálat számszerűsítéséhez, illetve a fenntarthatóbb városrendezéshez is (Molnár F. - Orosz N., 2023). Ez utóbbihoz hozzátartozik a zöld infrastruktúra kialakítása a környezeti fenntarthatóság elősegítése érdekében parkosítások vagy fásítások által. A városrendezés során igyekeznek figyelembe venni az éghajlatváltozás hatásait, és olyan megoldásokat keresnek, amelyek a városi hőszigetek csökkentését szolgálják (Szabó B., 2015).

Az NDVI kiszámításhoz a látható vörös (B4) és a közeli infravörös (B5) sávokat használtam fel. Ez azon az elven alapul, hogy a növényzet elnyeli a vörös fényt a fotoszintézishez, míg a közeli infravörös tartományban pedig erősen visszaveri a fényt. Abban

az esetben, amikor alacsony a visszaverődés (alacsony érték) a vörös csatornában és magas a reflexiós tényező a NIR-csatornában, az magas NDVI-értéket eredményez, tehát a terület dús, egészséges növényekkel borított (Árvai V., 2020).

Az NDVI kiszámításához a következő képlet szükséges (1. képlet):

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

1.3. Földfelszíni hőmérséklet (LST) meghatározása

A Föld felszínének hőmérsékletét elsősorban a Nap sugárzása, a felszín borítottsága és hőelnyelő képessége, a talaj és a növényzet nedvességtartalma, a légköri viszonyok és a domborzat határozzák meg. A napsugárzásból származó energia függ a földrajzi elhelyezkedéstől, az évszaktól, illetve a napszaktól is. Magyarországon a napsugarak beesési szöge nyáron a legmagasabb (65-68°), továbbá ebben az időszakban a leghosszabbak a nappalok, a felszínen is ekkor mérhetjük a legmagasabb hőmérsékletet. A sűrű növényzettel rendelkező területek, mint az erdők, a gyümölcsösökkel vagy kultúrnövényekkel gazdagított mezőgazdasági területek, esetleg parkok vagy vizes élőhelyek kevesebb hőt nyelnek el a nagyobb mértékű párologtatás révén, mint a városi beépített, aszfaltos zónák. A felhős, szeles vagy magas páratartalmú időjárás is jelentősen befolyásolhatja a felszín hőmérsékletét, hiszen a felhők árnyékoló hatást fejtenek ki, ezzel csökkentve a napsugárzás energiáját. Fontos azonban megjegyezni, hogy szeles időben a szél eloszlatja, a magas páratartalom pedig a nedvesség miatt elnyeli a hőt. Végül, a felszín formája és magassága szintén hatással van a hőmérsékletre, ugyanis a magasabb térszínen általában hűvösebb van, mint a mélyebb, sík területeken (Völgyesi L., 2002).

A földfelszín hőmérsékletének tanulmányozása az éghajlatváltozás miatt is rendkívül fontos, hiszen évről-évre magasabb értékeket mérhetünk és egyre több hőhullámos nappal kell számolnunk. Ezen napok az élővilágra és az emberi egészségre is erős hatást gyakorolnak. A hőstressz miatt megváltozik a növények növekedési üteme, ami befolyásolja a biodiverzitást és az ökoszisztémák stabilitását, ezáltal egyes növényfajok kiszorulhatnak eredeti élőhelyükről. A belvárosi zöldterület-hiányos környezetekben a forró aszfalt tovább emeli a hőérzetet, ami a gyerekek, az idősebbek és a krónikus betegségben szenvedők szervezetét jobban megterheli, keringési, légzőszervi problémákat okozhat és kiszáradáshoz is vezethet (Páldy A., 2019).

A hőszigetek kialakulása függ a már említett tényezőktől, tehát a zöldfelületek nélküli, sűrűn épített, sötét felülettel rendelkező térszínektől, amely leginkább a magas infrastruktúrájú városokban a leggyakoribb probléma. Ehhez hozzá társul a növekvő urbanizáció is, hiszen több

embernek nagyobb területre és több épületre van szüksége, így a fás, gazdag növényzettel rendelkező területek háttérbe szorulnak (Molnár F., Orosz N., 2023).

A hőszigeteket általában egy adott településre fókuszálva szokták vizsgálni, de hasznos az ipari, mezőgazdasági, erdőirtás sújtotta övezeteknek, tavak és víztározók környezetének, repülőtereknek és természetvédelmi területeknek folyamatos megfigyelése is (Mika J., 2013).

Az általam tanulmányozott város, Mezőkövesd földfelszíni hőmérsékletének kiszámításához az 1.1. alfejezetben ismertetett Landsat-7/8/9 felvételekre volt szükségem, melyeket az ingyenesen hozzáférhető USGS által kezelt honlapról gyűjtöttem össze. A megfelelő eredmények érdekében igyekeztem olyan nyári felvételeket kiválasztani, melyek felhőzettől mentesek voltak, a középhőmérséklet meghaladta a 25 °C-ot, illetve a kép sávhibától mentes volt. A letölthető felvételek közül, nekem a 10-es és 11-es termális csatornákra volt szükségem. Ezen képsávok eltérő hullámhossztartományt fednek le, viszont így, a két sáv együttes alkalmazásával és átlagolásával pontosabb eredményeket kaphatunk. Mezőkövesd közigazgatási határa mentén az állományokat ArcGIS környezetben kivágtam, majd ezt követően a képsávok segítségével kiszámoltam a spektrális sugárzást. (2. képlet):

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cat} + A_L(-O_i) \quad (2)$$

ahol: L_{λ} : TOA spektrális sugárzás ($W/m^2 * sr * \mu m$)

M_L : Sugárzás multiplikátor, a műhold metaadatai által

Q_{cat} : A műhold által rögzített digitális szám (DN)

A_L : Sugárzás additív tényező, a metaadatok által

O_i : Korrekciós szám a Landsat-8 letöltés esetén

Második lépésben a spektrális sugárzás (L_{λ}) segítségével kiszámítottam a légkör felső részén mért fényességi hőmérsékletet (3. képlet):

$$BT = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} - 273,15 \quad (3)$$

ahol: BT : fényességi hőmérséklet (Brightness Temperature (°C))

K_1, K_2 : termikus állandók

A Brightness Temperature (BT) a műholdas távérzékelésben egy olyan mérték, amely az adott felszín által kibocsátott sugárzási energia (infravörös sáv) hőmérsékletét (Kelvin) adja meg. A Celsius-fokos eredmény miatt az egyenletből ki kell vonni 273,15-öt. Az így kiszámolt érték nem egyezik meg a felszíni hőmérséklettel, ahhoz még az emisszivitást is figyelembe kell venni.

Harmadik lépésként az NDVI értékekből (1. képlet) kiszámítottam a felszíni emissziós tényezőt (LSE/E) (4. képlet):

$$PV = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (4)$$

ahol: PV : A növényzet aránya

$NDVI_{min}$: Az NDVI legkisebb értéke

$NDVI_{max}$: Az NDVI legmagasabb értéke

A kapott érték (PV) segítségével kiszámoltam az emisszivitást, mely szemlélteti, hogy egy felület milyen hatékonysággal bocsát ki hőenergiát infravörös sugárzás formájában. A növényzettel borított terület magasabb emisszivitású, mint a gyér területek. (5. képlet)

$$E = 0,004 * PV + 0,986 \quad (5)$$

Negyedik lépésként pedig a légkör felső fényességi hőmérséklete (BT), a sugárzás kibocsátott hullámhossza és a földfelszín emissziós tényezője (E) alapján számoltam ki a földfelszíni hőmérsékletet (6. képlet):

$$LST = \frac{BT}{1 + \left(\lambda * \frac{BT}{c_2} \right) * \ln(E)} \quad (6)$$

ahol: λ : A sugárzás hullámhossza, 10-es sáv esetén: 10,8; 11-es sáv esetén 12,0

$$c_2: h * \frac{c}{s} = 14388 \text{ mK}$$

ahol: h : Planck állandó = $6,626 * 10^{-34} \text{ Js}$

s : Boltzmann állandó = $1,38 * 10^{-23} \text{ JK}$

c : Fény sebessége = $2,998 * 10^8 \text{ m/s}$

Az LST értéket minden használható felvételre kiszámítottam, majd egységes osztályozással ábrázoltam, amit a harmadik fejezetben fokok részletesen ismertetni (Bendib A., 2016; Yasir M., 2020; Ahmed M., 2023).

2. Kutatási terület bemutatása

A tanulmányozott város Mezőkövesd, amely Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye délnyugati részén, a Borsodi-Mezőség kistájban, a Bükkalja és az Alföld találkozásánál található (2. ábra) (Csorba P., 2018), a Mezőkövesdi járás gazdasági, kereskedelmi, kulturális és idegenforgalmi központja.

2.1. Természetföldrajzi adottságok

A település 89 és 189 m közötti tengerszintfeletti magasságon helyezkedik el, felszíne enyhén dél felé lejt (Dövényi Z., 2010).

Mezőkövesden és környékén főleg felsőpleisztocén és holocén képződmények találhatók, homok és lösziszap formájában. A város környékén folyóvízi kavics is megjelenik, ami a bükki idősebb hordalékkúpok áttelepített anyaga (Dövényi Z., 2010).

Éghajlata mérsékelt meleg-száraz, a napsütéses órák száma évente 1900-1950 óra – nyáron, amikor hosszabbak a nappalok, magasabban delel a nap és kevesebb a felhőzettség, magasabb a besugárzó energia, ilyenkor 760-780 óra közötti napsütéses órák tapasztalhatók -, az évi középhőmérséklet 10 °C körül alakul, a nyári hőmérsékletmaximum sokéves értékek alapján 34-34,5 °C, míg a csapadékátlag évente 560-590 mm (Dövényi Z., 2010).

A város két kisebb patakkal (Hór-patak, Kánya-patak), egy tóval és egy víztározóval rendelkezik. A hegységközeli elhelyezkedésnek és a kisebb vízfolyásoknak köszönhetően különböző talajtípusok fordulnak elő. Az északi dombokon barna erdőtalaj, a patakok mellett öntéstalajok, a település déli, délkeleti részein szikesek, a többi területen pedig a pleisztocén interglaciális időszakban keletkezett mezőségi vályog a jellemző (Dövényi Z., 2010).



2. ábra: Mezőkövesd elhelyezkedése (Google Earth által szerkesztve)

A belterületi beépítettség miatt a város természetes flórája és faunája az antropogén hatásoknak kitett terület. A növényzet jellegét főleg gyümölcsösök, fásított területek, parkok és a háztartásokhoz tartozó kertek határozzák meg. A területet körülölelő flórajárásoknak köszönhetően, mint a Tiszántúli és a Bükki, a város környékén találkozhatunk tölgy-kőrisszil ligeterdők (*Fraxino pannonicae* - *Ulmelum*), tatárjuharos lösztölgyesek (*Aceri tatarico* - *Quercetum*), gyöngyvirágos tölgyesek (*Convallaria majalis* – *Quercus*) és cseres tölgyesek

(*Quercetum petraeae-cerris*) is. Különleges lágyszárú faj az alföldi aszat (*Cirsium brachycephalum*), a Janka tarsóka (*Thlaspi jankae*) és az ibolyafélék (*Violaceae*) (Vojtkó A., 2008).

Mezőkövesd természeti adottságai közül kiemelendő a város határában található 68 °C-os hévíz forrás, mely a magas szulfidion tartalma miatt a kénes gyógyvizek csoportjába tartozik, – Magyarországon a legmagasabb kéntartalommal rendelkező gyógyvíz – ezáltal a gyógyturizmus jelentős eleme a gazdaságnak (mezokovesd.hu).

2.2. Társadalomföldrajzi adottságok

Mezőkövesd lakosságszáma 2024. január 1-jén 16 095 fő volt a Belügyminisztérium Nyilvántartások Vezetéséért Felelős Helyettes Államtitkárság adatai alapján. A korösszetételt tekintve a 19-65 év közötti életkorúak laknak Mezőkövesden a legtöbben. A természetes népmozgalom 1980 óta csökkenő tendenciát mutat, mely arra utal, hogy egy éven belül több a halálozások száma, mint az élveszületéseké, mely jól követi a hazai tendenciát, vagyis az előregedő társadalomszerkezetet.

Mezőkövesd lakossága hagyományosan erősen kötődik a Matyó népi kultúrához, amely az emberek mindennapi életében is tükröződik. A város híres hímzése, a matyó minta, generációkon átívelő örökséget jelent, és számos esemény, fesztivál köré épül. Az itt élők büszkék a helyi hagyományokra, amelyeket a néptáncsoportok és kézműves körök folyamatosan ápolnak. A turizmus fontos szerepet játszik Mezőkövesd társadalmi életében, mivel a látogatók a termálfürdőt, a matyó kultúrát és a helyi gasztronómiai különlegességeket keresik fel (Török T., 2017).

Mezőkövesd épített környezete ötvözi a hagyományos és modern elemeket. A város központjában található Matyó Múzeum és a népi építészetet bemutató skanzen a múlt emlékeit őrzi, miközben a város újabb részei folyamatosan fejlődnek. Az épületek között sok olyan található, amely a Matyó kultúra jegyeit viseli, például festett homlokzatok vagy hagyományos stílusú parasztházak. A modern városfejlesztési projektek során nagy hangsúlyt kapott a közterek megújítása és a közlekedési infrastruktúra fejlesztése. A városközpontban található piac a helyi termelők portékáit kínálja, ami fontos találkozási pont a lakosság számára. Mezőkövesd egyik fő nevezetessége, a Zsóry Gyógy- és Strandfürdő, az épített környezet egyik ékköve, amely a pihenést és rekreációt szolgálja.

Mezőkövesden több iskola és oktatási intézmény működik. Az általános iskolák mellett középiskolák is szolgálják a diákok oktatását, így a városban élőknek helyben is lehetőségük

van alapvető és középfokú képzés megszerzésére. A város gazdasága főként a mezőgazdaságra és a szolgáltatásokra épül, de az ipari létesítmények is egyre inkább jelen vannak. Mezőkövesden több kisebb ipari park és üzem található, amelyek jelentős foglalkoztatási lehetőséget nyújtanak a helyi lakosoknak. Az élelmiszeripar mellett néhány könnyűipari vállalat is működik, például textilipari üzemek, amelyek részben a Matyó hímzéshez kapcsolódó termékek előállításában is részt vesznek. A városban lévő ipari létesítmények összhangban vannak a környezetvédelmi szabályozásokkal, és a helyi önkormányzat igyekszik fenntartható fejlesztési politikát folytatni (Mélypataki G., 2020).

A város környezeti állapotát meghatározza a növényzet és a faállomány, mely hozzájárul a levegő tisztaságához, a talaj és a talajfelszín védelméhez és a zajterhelés mérsékléséhez. A zöldterületek elhelyezkedése a belterületen sávos, szigetes elhelyezkedésűek, városrészenként eltérő. Az önkormányzat fokozottan ügyel a parkok és a virágos felületek gondozására, karbantartásra, ápolására. Minden évben igyekeznek bővíteni a virágos és fás területeket, így pl. 2021-ben nagyjából 110 000 tő virág kiültetésére és 50 fa elültetésére került sor. Emellett a balesetveszélyes, egészségtelen állapotú fákat kivágják, s új fákat telepítenek a helyükre (mezokovesd.hu).

3. Eredmények

Az USGS honlapján található Landsat felvételek közül 2014-ig visszamenőleg kiválogattam azokat a képeket, amelyek nyáron, kb. 25 °C átlaghőmérsékletű, tiszta égbolttal, felhőtlen időpontokban készültek. Szerettem volna minden évre találni használható felvételeket, viszont az említett paraméterek a 11 év közül 5 évben nem teljesültek, így csak a 2014-es, 2016-os, 2017-es, 2022-es, 2023-as és a 2024-es adatokkal tudtam dolgozni.

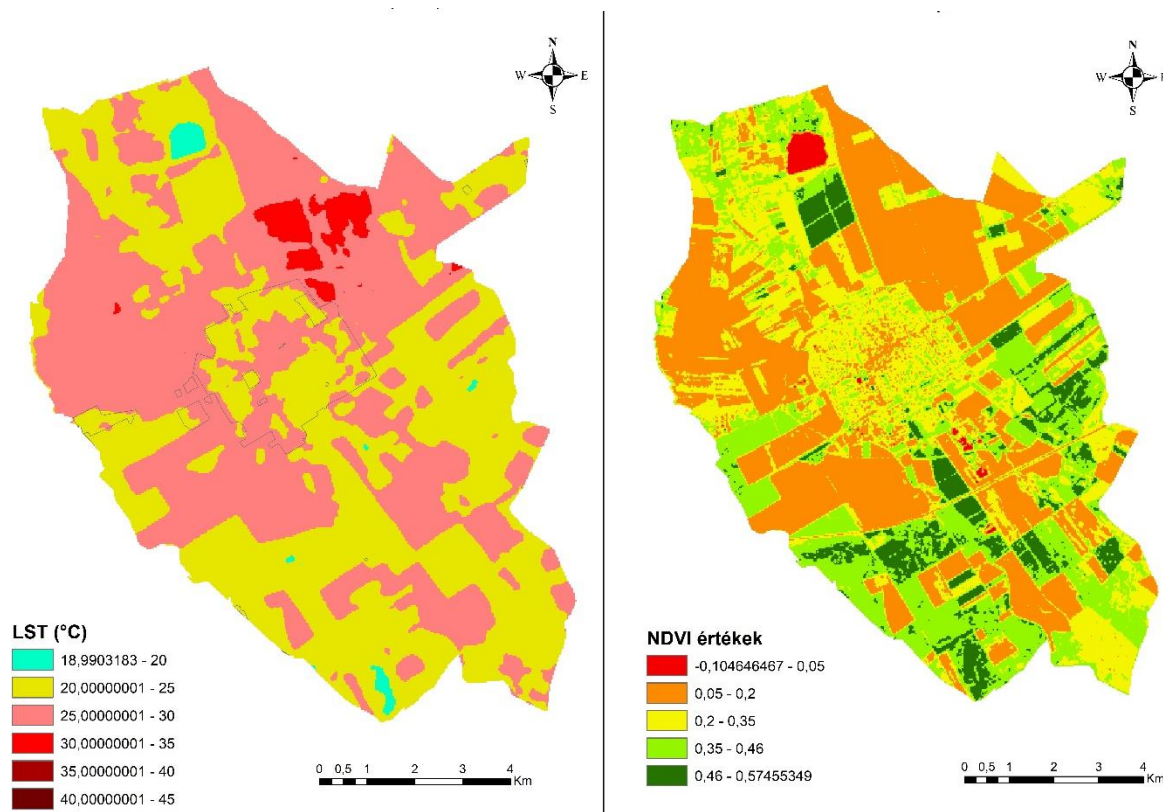
A leggyakoribb hiba a felhős égbolt volt, ami azért jelent problémát, mert a műholdak a felhő hőmérsékletét érzékelték és ez jelentős torzulást okozott az eredményben, hiába volt aznap melegebb a földfelszínen. A tanulmányozott képek nem azonos középhőmérsékletű napokon készültek, így a felszíni hőmérsékletű térképek alapján nem tudtam egyértelmű változást feljegyezni, viszont az NDVI térképekkel együtt – amelyeket ugyanazon napi műholdfelvételek alapján készítettem, mint az LST térképeket – már pontosabb eredményeket kaptam. A földfelszíni hőmérsékleti térképeket azonos hőmérsékleti adatok alapján osztályoztam minden évre vonatkozóan a könnyebb összehasonlíthatóság végett. A vegetációs térképeket is hasonló módon kategorizáltam színskálákkal és a hozzájuk tartozó értékekkel – piros színnel jelöltem a 0,05 alatti területeket, melyek növényzet nélküliek, főleg tavak; 0,05-0,2 között a száraz, ritka növényzetű és belvárosi területeket narancssárga színnel ábrázoltam;

citromsárga színűek a gyér növényzetű, kevésbé művelt mezőgazdasági földek 0,2-0,35 között; világoszöld a közepesen sűrű növényzetű fásított területek vagy legelők 0,35-0,46 között; a 0,46 érték feletti területek pedig sötétzöldek, ahol egészséges, sűrű növényzet, esetleg erdő található (Árvai V., 2020).

3.1. 2014-es eredmény

Az első vizsgált földfelszíni hőmérséklet és NDVI értéket 2014.08.03-án készült Landsat-8 felvétel alapján számítottam ki, ami egy rövidebb hőhullám ötödik napján délelőtt készült. Bár a délelőtti időpont miatt nem a legmelegebb értékeket vette fel az érzékelő, az ezt a dátumot megelőző meleg napok miatt a felszín is melegebb maradt. A HungaroMet Meteorológiai Adattár oldalán található adatok alapján a kiválasztott napon a maximum hőmérséklet kb. 32 °C volt, a napi középhőmérséklet pedig 25-26 °C. A 2014-es nyár Magyarországon viszonylag hűvösebb és csapadékosabb volt. A hőmérsékleti szélsőségek elmaradtak, és gyakoriak voltak a záporok, zivatarok. Az időjárás kiegyensúlyozatlan volt, ami azt jelentette, hogy melegebb napokat gyakran váltották hűvös, esős időszakok (met.hu).

A 3. ábrán lévő térképeken megfigyelhető, hogy a lehetséges hőmérséklet még nem érhetette el a 30 °C-ot, egyes részeken a felszíni hőmérséklet már meg is haladta azt. Ez a jelenség leginkább szántóföldeken, száraz talajú/növényzetű mezőkön vagy művelés alá nem vont parcellákon figyelhető meg. Az NDVI térképpel összehasonlítva megfigyelhető, hogy a dúsabb vegetációjú területeken és a külvárosi fásított részeken kevésbé melegedett fel a felszín, mint a belvárosban vagy a mezőgazdasági területeken.



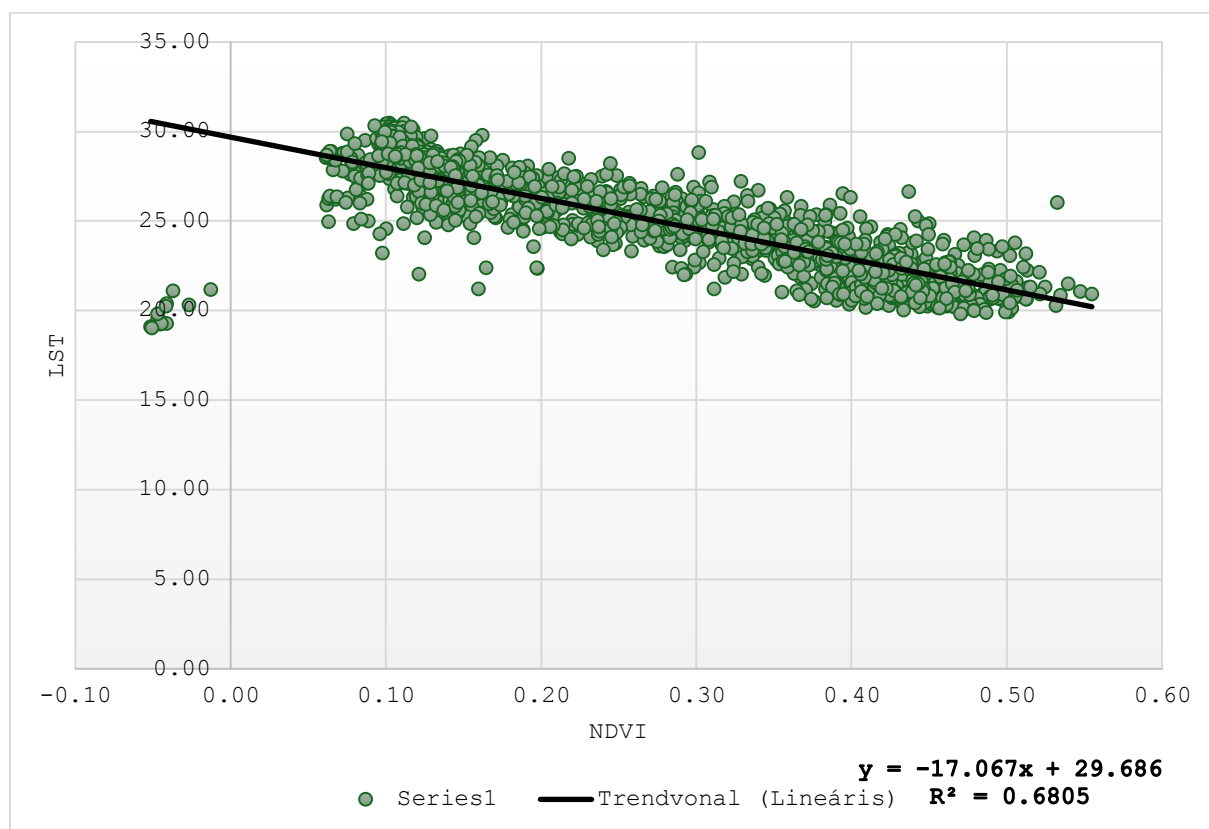
3. ábra: Mezőkövesd LST és NDVI értékei 2014.08.03. (saját szerkesztés)

Az LST és az NDVI korrelációjának diagramját is elkészítettem, hiszen a földfelszín hőmérséklete és a felszínborítottság közötti kapcsolatról ez által hasznos információkat kaphatunk. A korreláció elemzésével mikroklimatikus viszonyokat vizsgálhatunk, hőszigeteket azonosíthatunk. Az NDVI és LST korreláció elemzése segíthet megérteni, hogy a vegetáció miként befolyásolja a hőmérsékletet, és az is kimutatható, hogy a sűrűbb növényzettel borított területek hűvösebbek, míg a beépített vagy növényzet nélküli területek melegebbek lehetnek.

A 4. ábrán lineáris regressziót egyenletét láthatjuk ($y = -17,067x + 29,686$), amelyből következtethetünk a felszíni hőmérséklet és a vegetációs index közötti kapcsolatra. A $-17,067$ érték a meredekséget határozza meg, azaz a negatív érték miatt az NDVI egységnyi növekedésével a felszíni hőmérséklet $17,1^\circ\text{C}$ -al csökken a sűrűbb növényzet árnyékolása és párologtatása révén. A $+29,686$ -os érték azt a hőmérsékletet jelöli, ami 0 értékű vegetációnál teljesül, tehát ahol nincs zöld növényzet, egy kopár területen a hőmérséklet jellemzően $29,7^\circ\text{C}$.

Az R^2 , azaz a determinációs együttható mutatja, hogy az adatok milyen mértékben illeszkednek a regressziós egyeneshez (trendvonal). Ebben az esetben az $R^2 = 0,6805$, tehát az NDVI és az LST varianciájának 68,05%-a a várható érték körül teljesül. Ez az érték erős kapcsolatot jelez, de nem tökéletes, amit a víztartalomra, az épített környezetre vagy a talajtípusokra lehet visszavezetni.

A képlet és a szórás alapján a növényzet sűrűsége és a földfelszíni hőmérséklet között fordított, negatív kapcsolat tapasztalható. A magasabb NDVI értékek alacsonyabb LST-t eredményeznek, ami a természetes vegetáció jótekonny hűtő hatását jelenti (Pecsmány P., 2022).



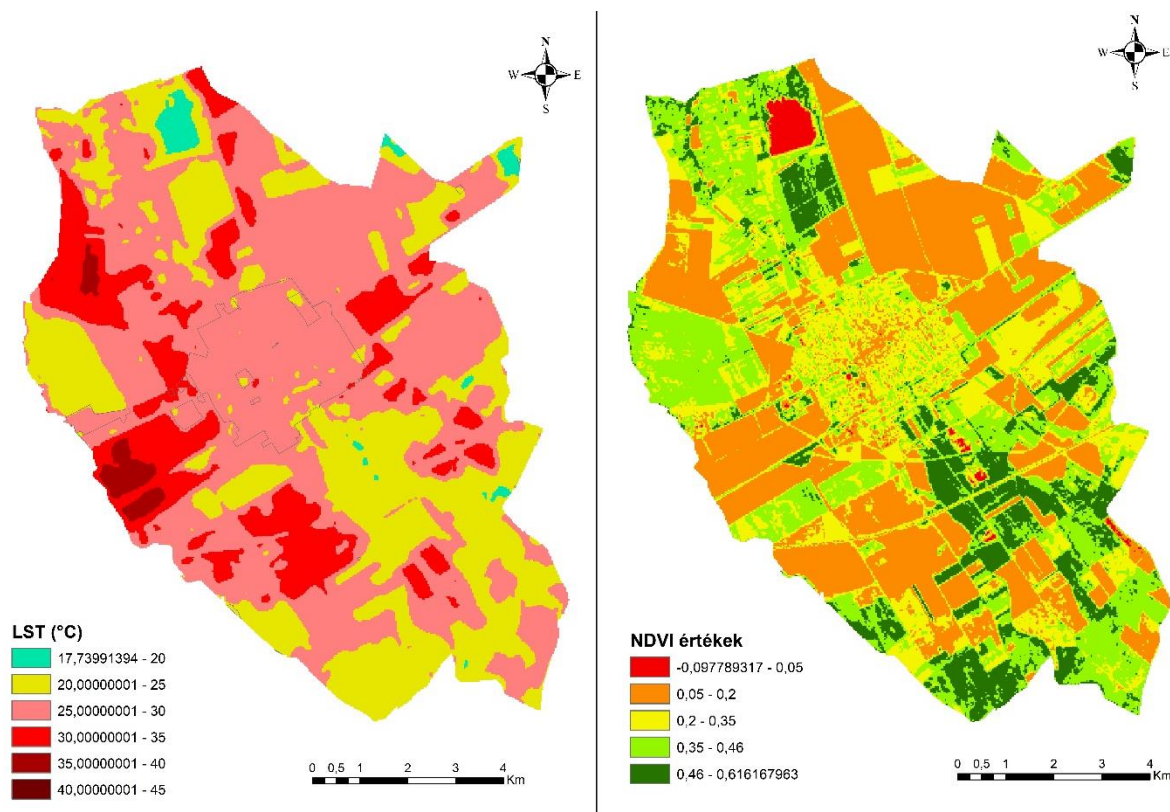
4. ábra: Az LST és az NDVI korrelációja 2014.08.03. (saját szerkesztés)

3.2. 2016-os eredmény

A második tanulmányozott földfelszíni hőmérséklet és vegetációs index értéket 2016.08.08-án készült Landsat-8 felvétel alapján számítottam ki, ami a 2014-es képhez hasonlóan, szintén délelőtt 9 óra 27 perckor készült. A Meteorológiai Adattár feljegyzései szerint enyhén hűvösebb értékekkel rendelkező hőhullám volt megfigyelhető, mint 2014-ben. A napi hőmérsékleti maximum 30 °C, míg a középhőmérséklet 22 °C körül alakult. A 2016-os nyár forróbb és szárazabb időszakokat is tartalmazott, de nem volt szélsőséges. Az időjárás az évszak nagy részében változatos volt, júniusban viszonylag sok eső esett, míg július és augusztus forróbb és szárazabb periódusokat hozott. Több hőhullám is érkezett, de a csapadékeloszlás mérsékeltebb maradt, ami segített csökkenteni az aszályos időszakok hatását. (ksh.hu)

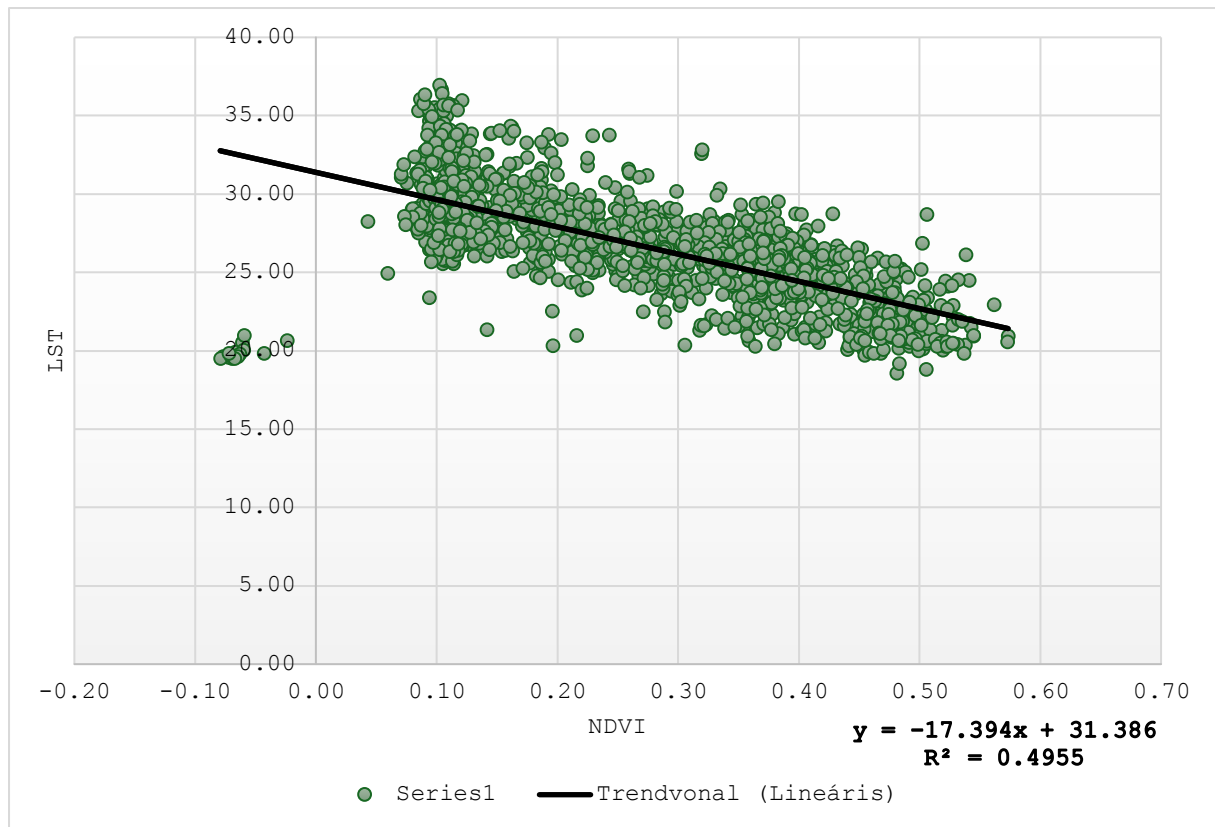
A térképen (5. ábra) látható adatok alapján 2016. augusztus 8-án több hősziget alakult ki, mint 2014. augusztus 3-án, pedig a napi hőmérsékleti értékek közel azonosak voltak. A legalacsonyabb LST értékeket szintén a tavak adják, illetve a tavakat körülvevő fás-füves

vegetáció hőmérsékletei is hűvösebbek, mint a belvárosi vagy egyéb mezőgazdasági területek. Az NDVI értékeket összehasonlítva a 2014-es adatokhoz, láthatjuk, hogy bizonyos területeken dúsabb a növényzet, viszont főleg a délkeleti térszínek gyéresebb vegetációval rendelkeznek. Valószínűleg újabb területeket vontak művelés alá, ehhez pedig fákat vágtak ki, az árnyék nélküli, növényhiányos parcellák pedig gyorsabban felmelegszenek. Továbbá a belvárosi felszín is egységesen magasabb hőmérsékletű adatokat jelenít meg.



5. ábra: Mezőkövesd LST és NDVI értékei 2016.08.08. (saját szerkesztés)

A 2016.08.08. napjára számolt LST és NDVI értékeket egymás függvényében diagramon ábrázoltam (6. ábra). Az adatokra illesztett egyenes meredeksége 17,394, ez azt jelenti, hogy az LST kissé magasabb mértékben csökken az NDVI növekedésével, ugyanakkor a változás nem jelentős, így a „hűtő hatás” hasonló mértékű. Az y-tengelyen található metszéspont értéke 31,386, ez alapján a vegetáció nélküli zónákban a felszíni hőmérséklet magasabb, mint a 2014-es korreláció elemzésénél. A 2016-os modellben az R2 értéke 0,4955, ami majdnem 20%-kal alacsonyabb, a 2014-es modellhez képest. A gyengébb illeszkedés arra utal, hogy az LST változásait nem csak az NDVI értékei határozzák meg, hanem beépített környezeti- és éghajlati viszonyok változása is.



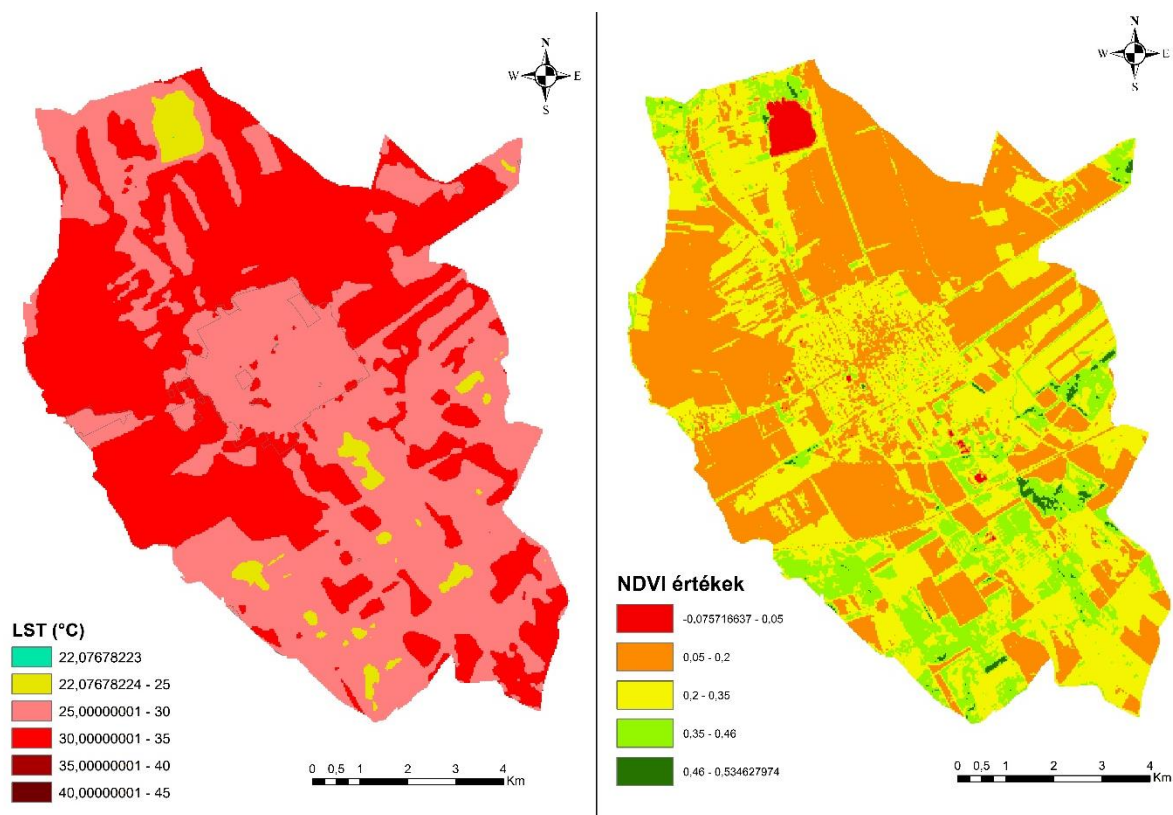
6. ábra: Az LST és az NDVI korrelációja 2016.08.08. (saját szerkesztés)

3.3. 2017-es eredmény

A harmadik megfigyelt nap 2017.08.11., amikor szintén a Landsat-8 műhold készített felvételt az érintett területről (09:27-kor). A hőmérséklet ebben az időszakban magasabb volt, mint az előző két ismertetett dátum esetében. A napi maximum hőmérséklet 35 °C-ot meghaladó volt az ezt megelőző napokon is. A 2017-es nyár meleg és rendkívül aszályos volt Magyarországon, ami jelentős hatással volt a mezőgazdaságra. Több hőhullám is érkezett, amelyek során a hőmérséklet gyakran meghaladta a 35 °C-ot. Augusztusban több napig tartó kánikula volt (met.hu).

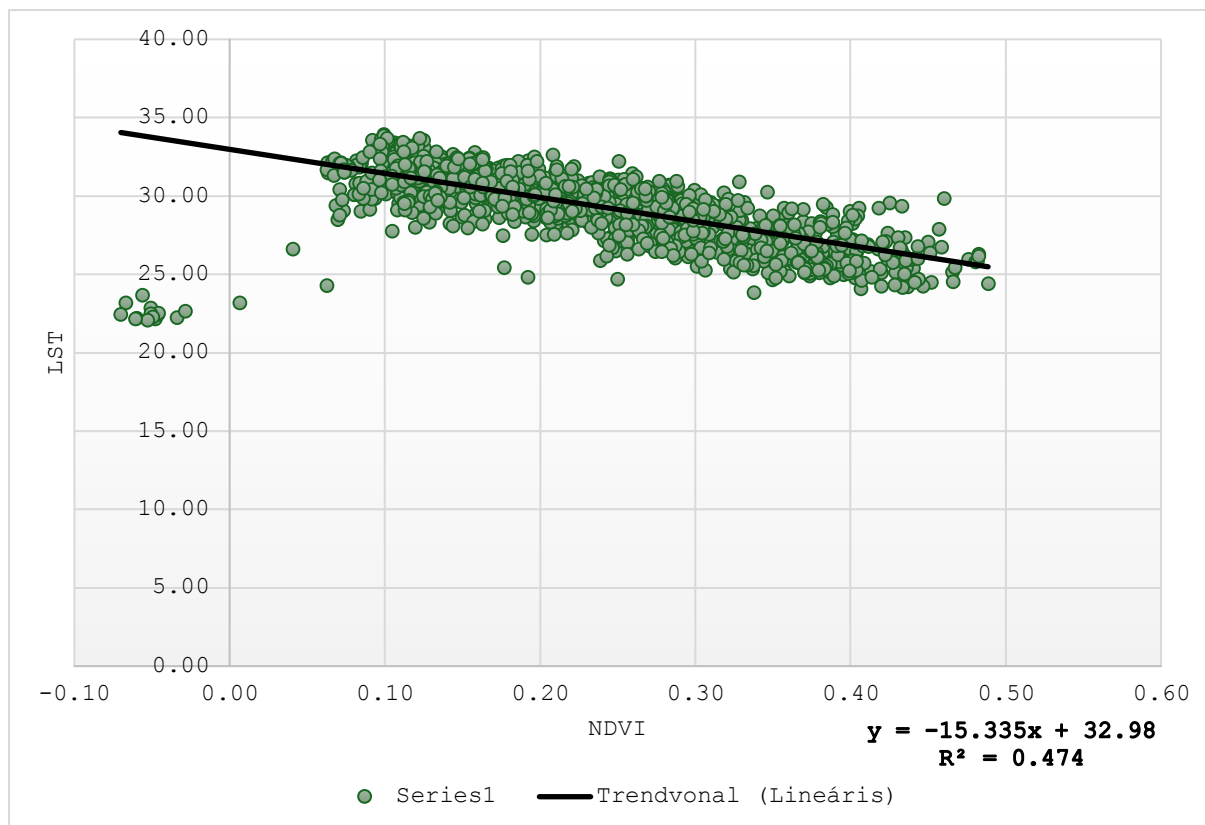
Az előző évekhez képest nagyfokú változás figyelhető meg az LST és az NDVI térképen is (7. ábra). A vegetációs index értékei sokkal alacsonyabbak, dús, egészséges növényzetet szinte nem is találhatunk, vagy csak elenyésző mértékben a ritka vagy száraz növényzetű területek kiterjedéséhez képest. Fontos tényező az aratás időszávját is figyelembe venni, hiszen a learatott növények helyén a száraz, kopár föld erőteljesebben felmelegszik. A hosszabb, csapadékmentes, meleg időjárás is hozzájárul a növények elszáradásához, ideiglenes ritkulásához. A felszíni hőmérsékleti térképen látható piros területek a magas albedó miatt a mezőgazdasági területeket jelölik. A belvárosi, szinte egységes rózsaszín szín a felszín egyenletes felmelegedésével hozható összefüggésbe. A városban igyekeztek a megfelelő

fásításra, így csak olyan felületek melegszenek fel jobban, ahol nagyobb a besugárzó fény mennyisége és nincs árnyék, ilyen a belváros központi része, illetve a futballpályák. A hosszabb ideig tartó meleg időjárásnak következtében a tavak hőmérséklete is meghaladja a 20 °C-ot.



7. ábra: Mezőkövesd LST és NDVI értékei 2017.08.11. (saját szerkesztés)

Az új modellben (8. ábra) a meredekség -15,335, ami alapján az LST kevésbé csökken az NDVI növekedése mellett, tehát a vegetáció hűtő hatása az eddigieknél gyengébb lett. Az egyenletben a y-tengely metszéspontja, így a vegetáció nélküli felszín átlaghőmérséklete 32,98 °C. Az R^2 értéke a korábbiaknál alacsonyabb, mindössze 0,474. Ez továbbra is gyenge illeszkedést jelent.



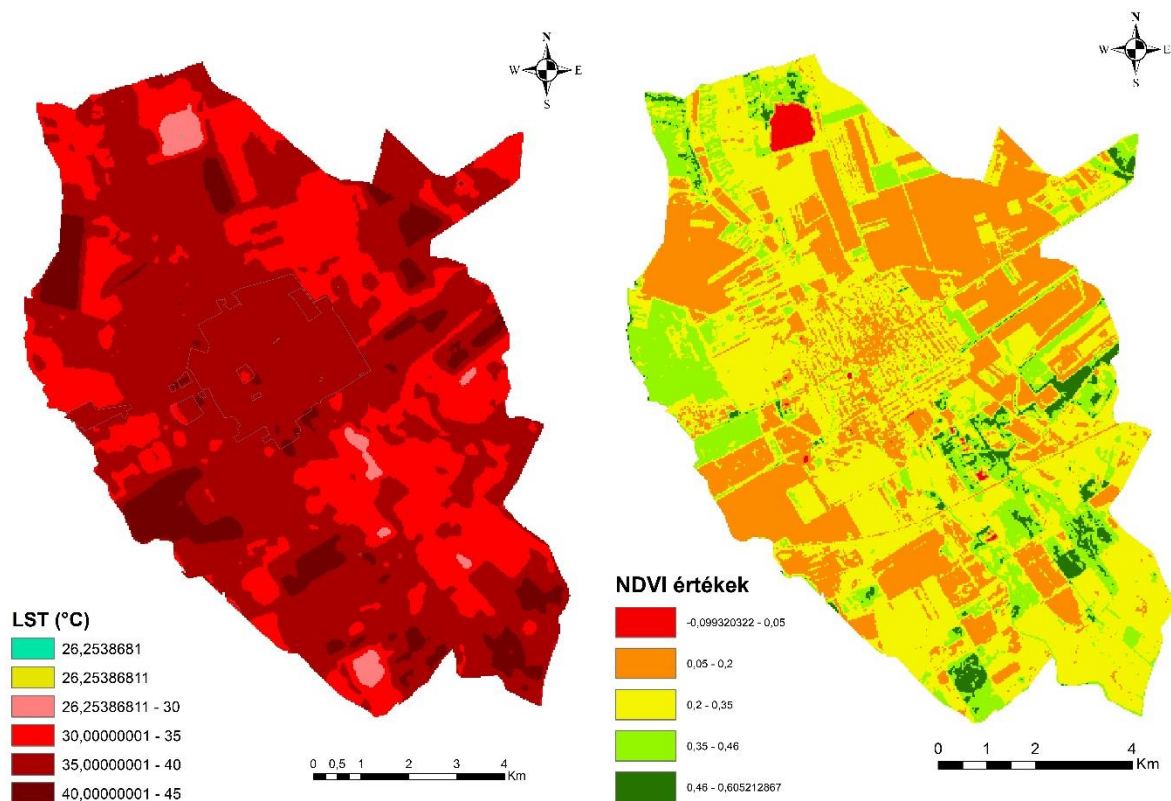
8. ábra: Az LST és az NDVI korrelációja 2017.08.11. (saját szerkesztés)

3.4. 2022-es eredmény

A negyedik felvételt a Landsat-9 műhold készítette 2022. június 30-án, a Landsat-8-hoz hasonlóan délelőtt 9 óra 27 perckor. A hőmérsékleti értékek és az ebben az időszakban lévő hőhullám volt a legmagasabb a tanulmányozott évek közül. A napi középhőmérséklet 29 °C feletti volt, a napi maximum pedig 38-40 °C között alakult. A 2022-es nyár Magyarországon rendkívül meleg és aszályos volt. Az országot sújtó hőség és csapadékhiány szélsőséges időjárási körülményeket teremtett. Az Országos Meteorológiai Szolgálat jelentései szerint a 2022-es nyár az egyik legforróbb és legszárazabb volt az elmúlt évtizedekhez képest. Több hőhullám is érkezett, amelyek során a hőmérséklet gyakran meghaladta a 35 Celsius-fokot, és az országos melegrekordok is megdőltek. Az aszály ebben az évben is jelentős problémákat okozott a mezőgazdaságban (met.hu).

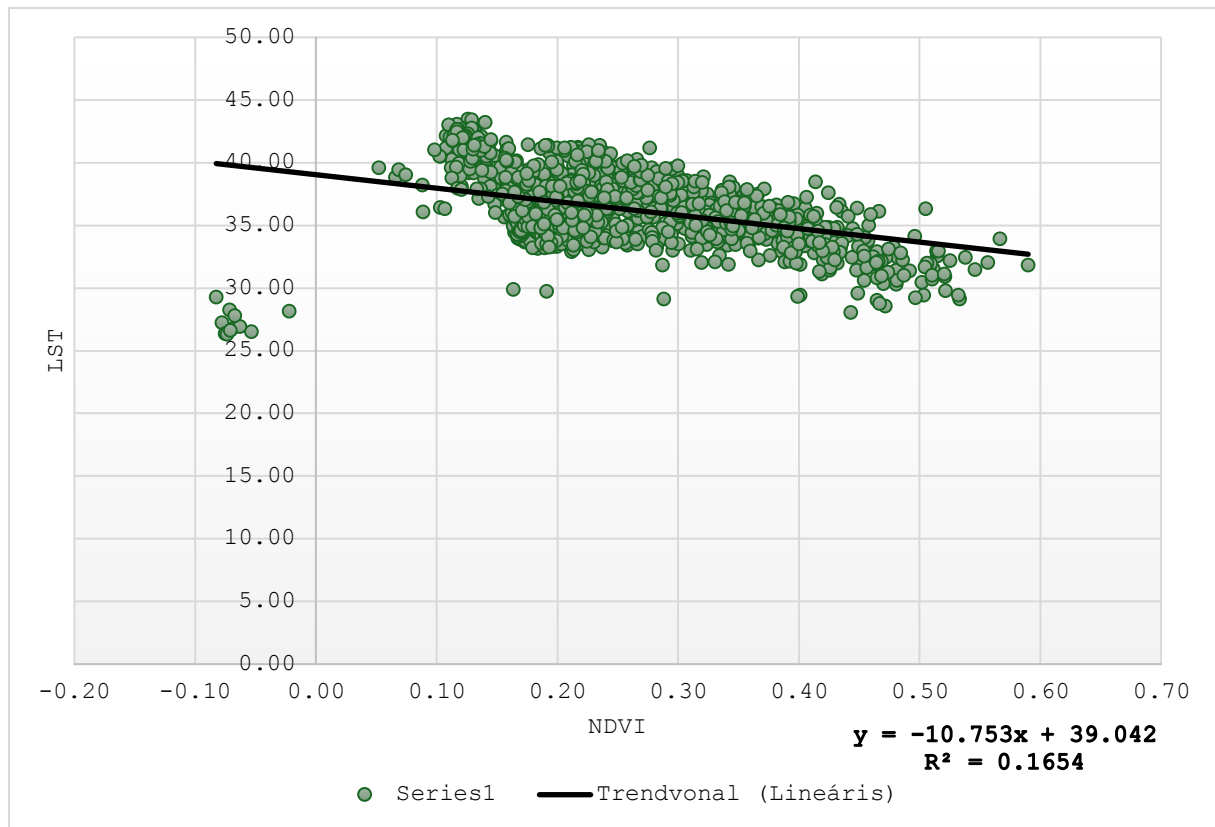
Az LST térképen is megfigyelhető, hogy 2017-ben a meleg, forró időjárás már a nyár elején is jelentősen növelte a felszín hőmérsékletét. Az eddig tanulmányozott években az augusztusi hőmérséklet volt meghatározó, de 2022-ben az erős hőhullámok már a nyár elején jelentkeztek. Az LST és az NDVI térképeket (9. ábra) összehasonlítva látható, hogy a legsűrűbb (valószínűleg fás) vegetációjú területeknél, továbbá a tavaknál nem éri el a földfelszíni hőmérséklet a 30 °C-ot, viszont a zöldterületek hűtő hatása csak arra volt elég, hogy ne

melegedjen fel a felszín 35 °C felé. A belvárosi területek, illetve a gyéresebb vagy száraz növényzettel rendelkező térszínek alatti felszín megközelíti, vagy meg is haladja a 40 °C-ot. Ez a rendkívüli meleg és száraz időjárásnak köszönhető. A vegetációnak nem sok szerepe lehetett a meleg mérséklésében.



9. ábra: Mezőkövesd LST és NDVI értékei 2022.06.30. (saját szerkesztés)

A 10. ábrán feltüntetett modell meredeksége -10,753, ami jelentősen kisebb a korábbiaknál. Ennek következtében az NDVI növekedése nem gyakorol jelentősebb hatást a felszíni hőmérséklet csökkentésére. Az y-tengely metszéspontja alapján a 0 értékű NDVI esetén a felszíni hőmérséklet átlaga 39,042 °C. Az R^2 értéke mindössze 0,1654 (16% a kapcsolat az LST és az NDVI között), ami nagyon gyenge korrelációt jelent. Az ilyen alacsony R^2 érték egyértelműen azt mutatja, hogy a LST és az NDVI közötti kapcsolat nagyon kicsit, ami arra utal, hogy a vegetáció már nem bírta kellő mértékben csökkenteni a földfelszíni hőmérsékletet.

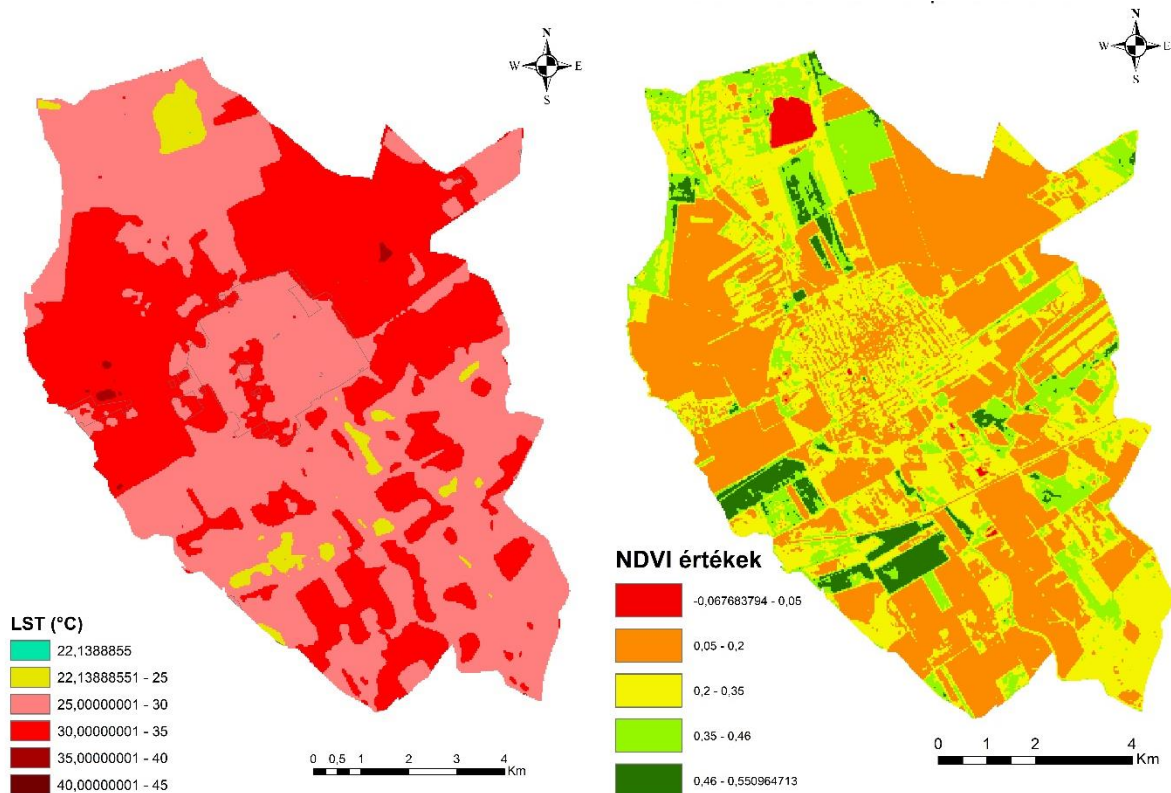


10. ábra: Az LST és az NDVI korrelációja 2022.06.30. (saját szerkesztés)

3.5. 2023-as eredmény

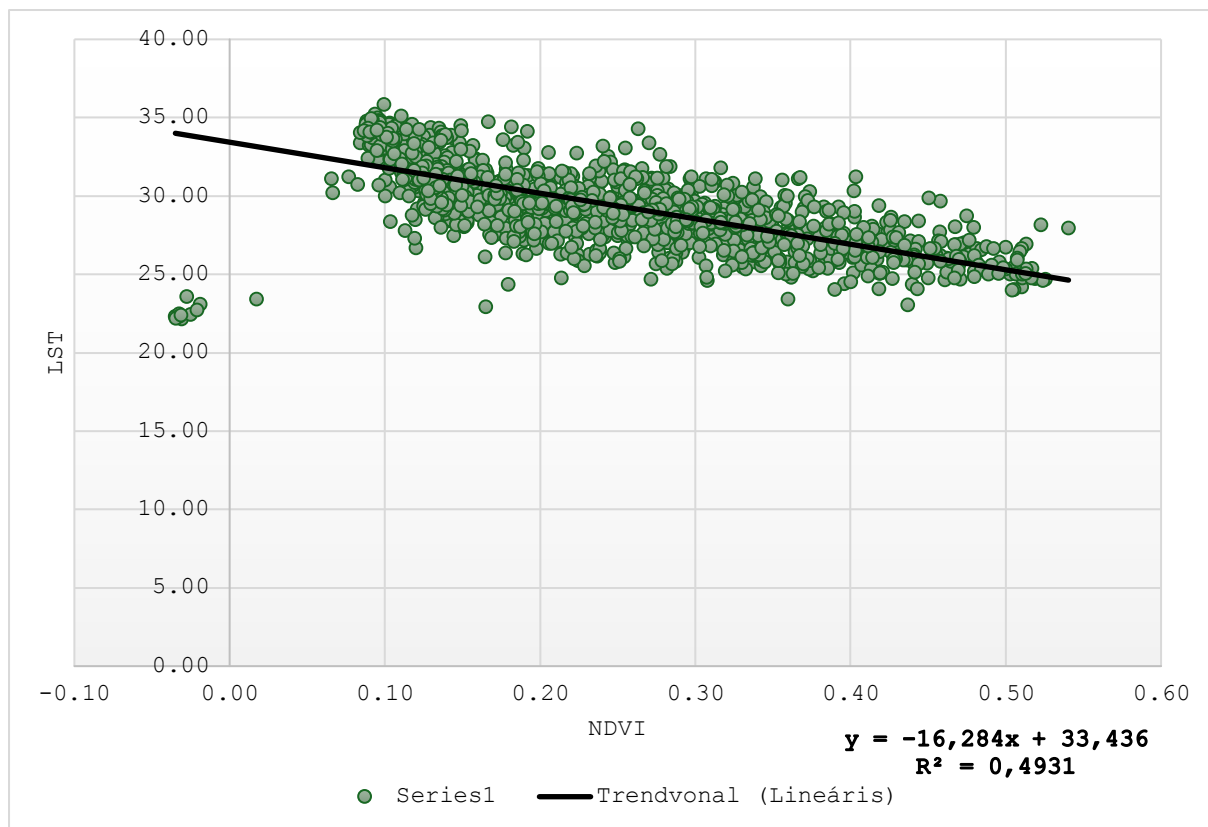
Az ötödik vizsgált nap 2023. augusztus 28-a. A felvétel a Landsat-8 által délelőtt 9 óra 27 perckor készült. A Meteoblue időjárási honlap adatai alapján 2023. augusztus 28-a előtti 10 napban 32 °C feletti maximum hőmérsékletek voltak, 26-án, 27-én és 28-án pedig 40 °C körüli értékeket mértek. Csapadékos nap nem (vagy csak pár mm) volt augusztus második felében, így a szárazság is befolyásoló tényező az NDVI és az LST alakulására. Magyarországon a 2023-as nyár középhőmérséklete 0,8 °C-al meghaladta az 1991-2020 között mért éghajlati normált, és ezzel 1901 óta a 12. legmelegebb nyár lett. A nyár folyamán 70 nyári nap (25 °C feletti maximum) és 33 hőségnap (30 °C feletti maximum) volt, ami jelentősen több a korábbi éveknél (meteoblue.com).

Az LST értékeknél feltűnő különbség az 2022-es adatokhoz képest, hogy a belvárosi terület kevésbé melegedett fel, mint a környező mezőgazdasági művelés alá vontak. A két térképet (11. ábra) összehasonlítva leírható, hogy a zöld felületek hőmérséklet-mérséklő hatása jobban érvényesült, mely az egészségesebb növényzetnek köszönhető.



11. ábra: Mezőkövesd LST és NDVI értékei 2023.08.28. (saját szerkesztés)

A 12. ábrán található modell meredeksége -16,284, ami lényegesen több, mint a korábbi -10,753. Ez arra utal, hogy az NDVI növekedése ismét erősebb hűtő hatást gyakorol a felszíni hőmérsékletre, vagyis a vegetáció hatása ismét hangsúlyosabb lett. Az y-tengely metszéspontja 33,436-ra csökkent a korábbi 39,042-hez képest, az alacsonyabb hőmérséklet miatt. Az új R^2 érték 0,4931, ami szintén magasabb, mint a 2022-es 0,1654. Ez azt mutatja, hogy az NDVI növekedése nagyobb hatással van a felszíni hőmérséklet változására, bár az illeszkedés még mindig nem tekinthető erősnek.



12. ábra: Az LST és az NDVI korrelációja 2023.08.28. (saját szerkesztés)

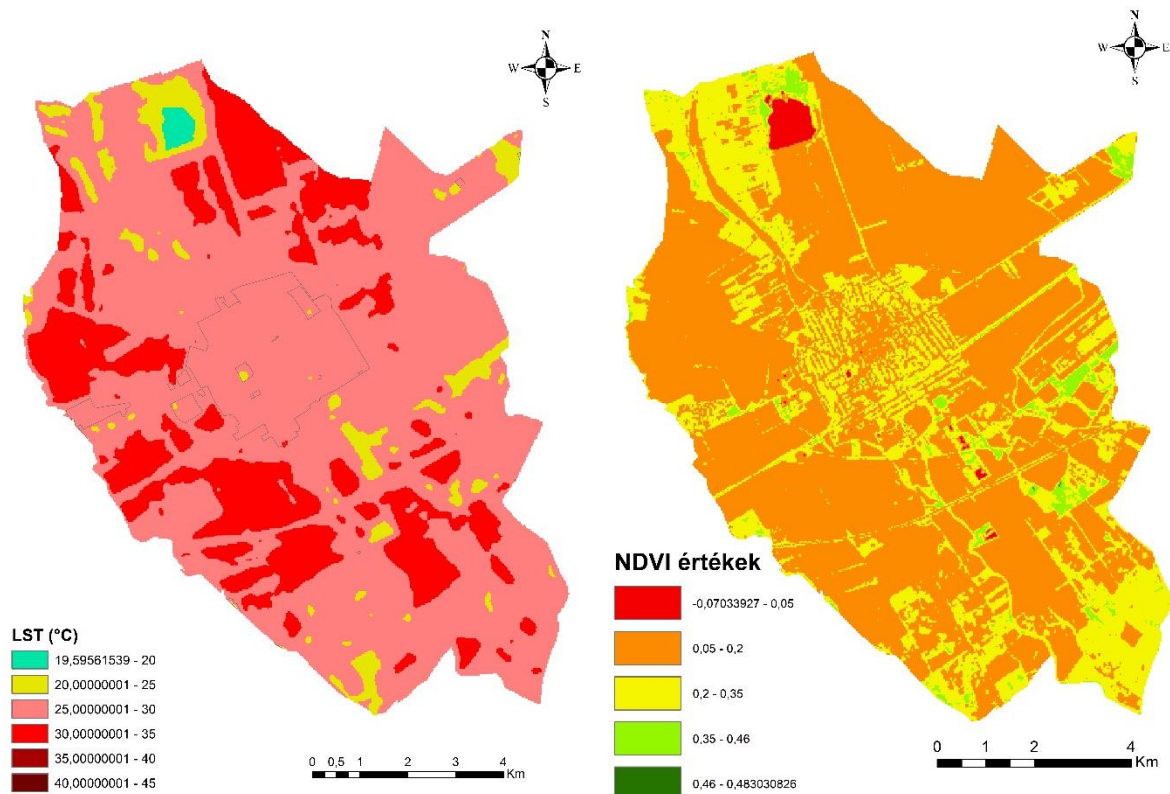
3.6. 2024-es eredmény

A hatodik, egyben utolsó tanulmányozott felvétel, idén, 2024. augusztus 30-án készült 9 óra 27 perckor a Landsat-8 műhold által. Az időpont egy hosszabb intervallumú hőhullám egyik napján volt, amikor a nappali maximum hőmérséklet 36-37 °C körül alakult, az éjszakai minimum pedig 18 °C volt. A felvételt megelőzően, augusztus 27-én volt kisebb esőzés, amely 1,7 mm lehetett a Meteoblue oldalán található időjárás-archívumban megjelenített diagram alapján (meteoblue.com).

A 2024-es év a hőmérsékleti rekordok éve az évszakok középhőmérsékletét tekintve (az őszi adatokon kívül – ezek még nem ismertek), hiszen a téli középhőmérséklet 4,1 °C fok volt (2007-ben: 3,6 °C); tavasszal 13,4 °C (2018:12,6 °C); nyáron pedig 23,5 °C (2022: 22,7 °C). A nyári értékek alapján az idei nyár volt 1901 óta a legmelegebb, a középhőmérséklet országos átlagban 2,7 °C-al meghaladta az 1991-2020-as éghajlati normált. A legmagasabb hőmérséklet júliusban és augusztusban is meghaladta a 40 Celsius fokot, mely több tartós hőhullámnak volt köszönhető (idokep.hu). A nyár összességében csapadékszegény, száraz volt (júniusban voltak nagyobb esőzések) (met.hu).

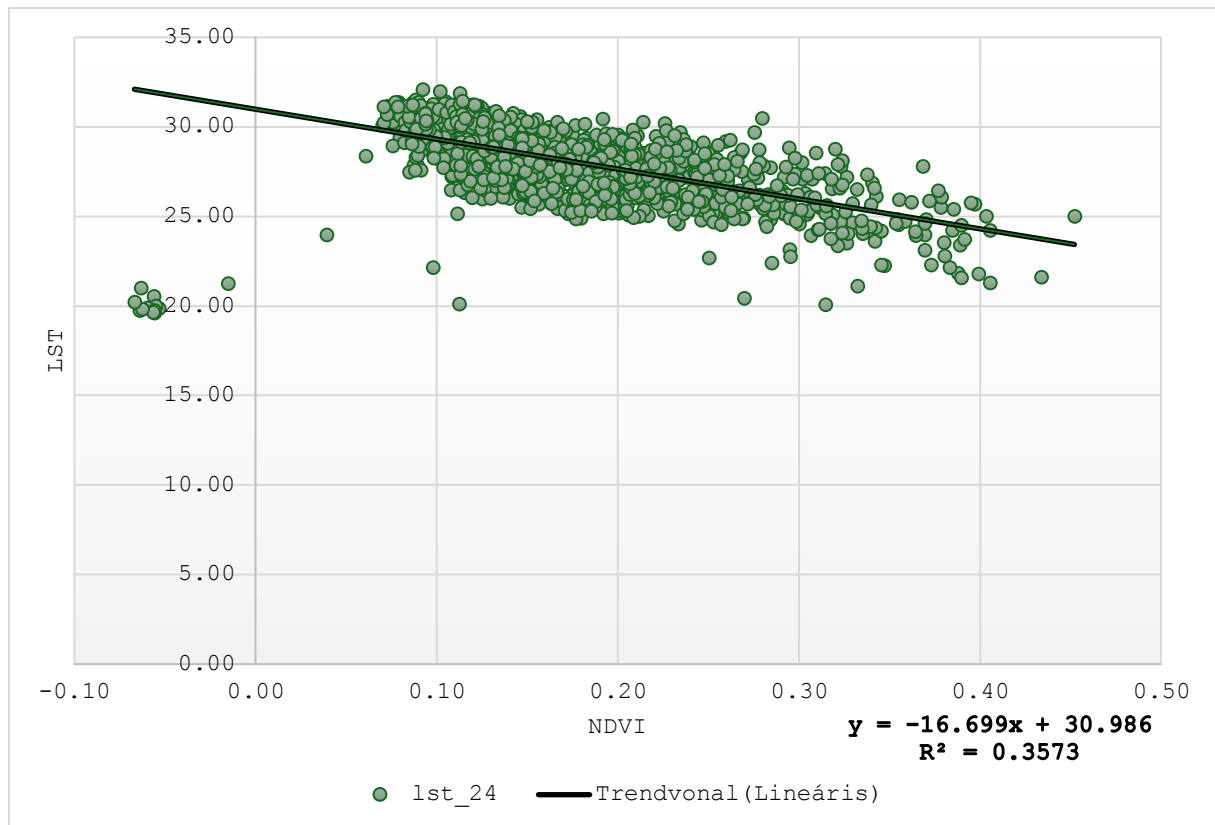
A 2024-es LST térképen (13. ábra) kevesebb hősziget figyelhető meg, mint a 2023-ban vizsgált napon. Bár a hőmérséklet közel megegyező volt a két időpontban, az idei dátumon

kialakuló felszíni hőmérsékletet valamilyen szinten befolyásolta a közeli időpontban lehulló csapadék, mely a párolgás révén enyhén hűthette a földfelszínt. Az NDVI térképen feltűnő jelenség, hogy a műhold felvétel alapján nincs egészséges, dús vegetáció, sőt közepesen sűrű növényzetet is csak elvétve találhatunk. Ez azért alakulhatott ki így, mivel a nyár többnyire aszályos volt, így ilyen időjárási körülmények között a növényzet nem tud megfelelően fejlődni, akár ki is száradhat, emellett nyár végén a vegetáció természetesen is csökken a növények életciklusa miatt (Pinke Zs., 2024).



13. ábra: Mezőkövesd LST és NDVI értékei 2024.08.30. (saját szerkesztés)

A 2024-es modell (14. ábra) meredeksége -16,669, amely kismértékben nagyobb (negatívabb) a 2023-as -16,284 értéknél. Ez azt jelenti, hogy az NDVI növekedésének hűtő hatása valamelyest erősebb lett, bár a különbség viszonylag kicsi. Az y-tengely metszéspontja 30,986-os értéknél van, ami arra utal, hogy ha az NDVI értéke 0, a felszíni hőmérséklet várható értéke 31 fok körül alakul. Az R^2 érték 0,3573, ami alacsonyabb az előző évi 0,4931-hez képest, tehát a modell gyengébb korrelációt mutat a felszíni hőmérséklet változása és az NDVI között.

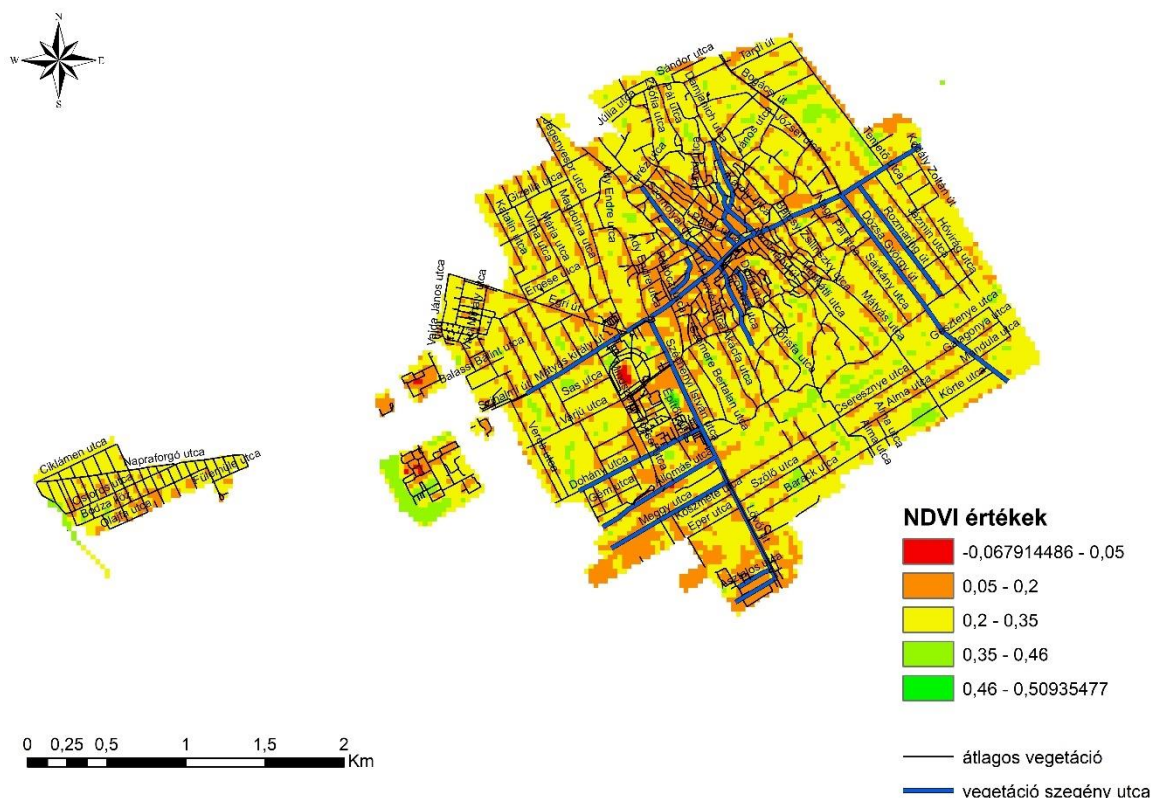


14. ábra: Az LST és az NDVI korrelációja 2024.08.30. (saját szerkesztés)

3.7. Eredmények értelmezése Mezőkövesd belterületén

A vizsgált időpontok állományaiból átlagot számoltam. Az átlagolt LST térkép útmutatásul szolgálhat arra, hogy hol kell nagyobb valószínűséggel számolni a belterületen belül hősziget kialakulásával. Az előző fejezetekben leírtak alapján a vegetáció mérsékelheti a földfelszíni hőmérsékletet, ezért elkészítettem az NDVI állományok átlagát is. A két térképet együttesen elemezve arra a következtetésre jutottam, hogy a belváros területén, ahol átlagosan gyengébb/vagy nincs vegetáció nagyobb a valószínűsége a hőszigetek kialakulásának.

Először az NDVI átlagolt belterületi eredményét szemléltetem (15. ábra), melyen pontosan látszanak a zöldfelületek, illetve az épített területek arányai a város különböző részein. A térképen a narancssárga színű városrészek ábrázolják a kevesebb/ hiányos növényzettel rendelkező felszíneket. Ezek zöme a belvárosi utcák mentén tapasztalható. Ezen területek esetében alacsonyabb a zöldfelület, még bővítendő. A város belterületének nyugati szélén a nyáron alacsony albedójú szántóföldek felszíne is jelentős mértékben felmelegszik. A térképen zölddel az alacsony beépítettségű területek, valamint a magasabb NDVI értékkel rendelkező erdősávok, parkok, köztemetők láthatók.

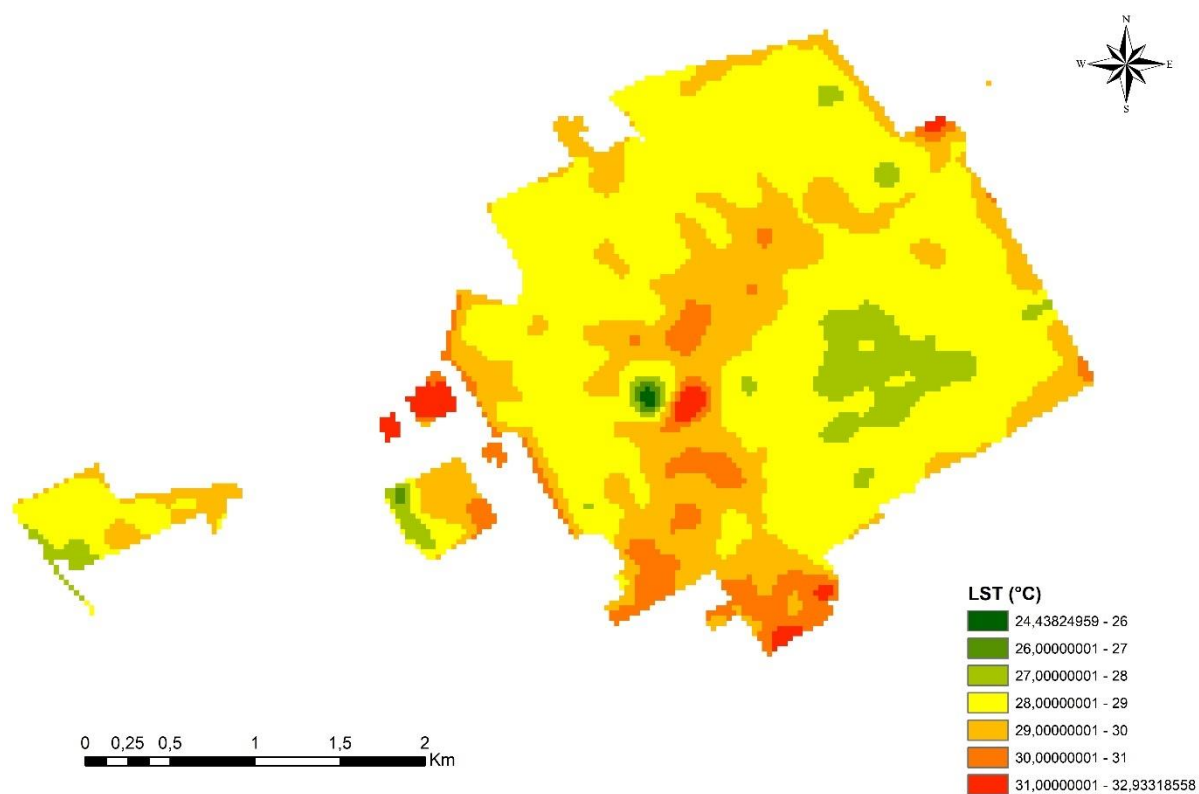


15. ábra: Mezőkövesd belterületének átlagolt NDVI értékei

A térképen kiemeltem az utcákat, melyek mentén a vegetáció bővítése indokolt (Mátyás király utca, Dózsa György út északi része, Szomolyai út, Thay Kálmán utca, Rozmaring út, Gaál István utca, Eötvös utca, Diófa utca, Szent László tér, Dohány utca, Varga Pál utca, Széchenyi István utca, Állomás utca, Asztalos utca, Meggy utca).

Mezőkövesd belterületének átlagolt felszíni hőmérséklete is az említett utcáknál jelez magasabb hőmérsékleti értéket. A legnagyobb hőszigeteket a terjedelmesebb alapterületű létesítményeknél (TESCO, LIDL, illetve kereskedelmi és ipari területek), valamint a hozzájuk tartozó parkolóknál jelennek meg.

A hőszigetek mérséklésére javasolt a városi zöldfelületek fejlesztése. A térképekről is leolvasható és érzékelhető, hogy a forróság és a szárazság évről évre egyre hosszabb időintervallumot takar, így az utcafásításra érdemes olyan fafajokat előnyben részesíteni, amelyek szárazságtűrőek és tudnak alkalmazkodni a változó időjárási körülményekhez.



16. ábra: Mezőkövesd belterületének átlagolt felszíni hőmérséklete

Elsődlegesen a gyorsabban melegedő, az LST térképen pirossal és sötét narancssárgával jelölt térszíneket szükséges „zöldíteni”, fásítások vagy parkosítások által, viszont a most még lassabban melegedő felszínekkel is érdemes foglalkozni.

4. Összegzés

A felszínborítás és a földhasználat megváltozásának napjainkban tapasztalható megnövekedett üteme mélyreható következményekkel jár az időjárásra és az éghajlatváltozásra, az ökoszisztéma működésére és szolgáltatásaira, a szén ciklusra és -megkötésre, az erőforrás-gazdálkodásra, a nemzeti és globális gazdaságra, az emberi egészségre és a társadalomra.

A klímaváltozás következményeinek kisléptékű elemzése elengedhetetlen, elsődleges tehát a városi hőszigetek vizsgálata. Munkámban Mezőkövesd városa esetében vizsgáltam a földfelszín hőmérsékletének (LST) és a terület vegetációjának (NDVI) a változását, hogy feltérképezsem Mezőkövesd városának hőszigeteit. Célom volt ezek elhelyezkedésének, térbeli kiterjedésének változásainak, valamint a hőszigetek vegetációra gyakorolt hatásának feltárása.

A kutatás során a Landsat-8 és 9 műholdak nyári időszakban készült felvételeit használtam, amelyeket az USGS adatbázisából töltöttem le. A képek kiválasztásánál a magas hőmérséklet és a tiszta, felhőmentes égbolt voltak a legfontosabb szempontok. Az LST és NDVI térképek létrehozásához a szakirodalom által javasolt számítási módszereket alkalmaztam.

Az eredmények alapján Mezőkövesd területén jelentős hősziget-hatás csak a belvárosban, nagyobb ipari területeken és bevásárlóközpontok környezetében figyelhető meg, különösen a érzékelhető ezen hőmérsékleti gócpontok a tartósabb hőhullámok esetében. Az NDVI elemzések megerősítették, hogy a dúsabb vegetáció kedvezően befolyásolja a földfelszíni hőmérséklet csökkenését.

Véleményem szerint mind a belvárosi fátelépítések – kisebb parkok létrehozása –, mind a külvárosi fásítások kedvező hatással bírnának a felszíni hőmérséklet csökkentésére. Az évenkénti erősödő és érzékelhető felmelegedés nélkülözhetlenné teszi a zöldfelületek bővítését. A mezőgazdasági területeken érdemes lehet növényzettel borított sávokat, úgynevezett pufferezónákat kialakítani, hiszen ezzel a hőmérséklet szabályozása mellett a talaj minőségét is javíthatja. Továbbá élőhelyet biztosíthat akár gerinctelenek, madarak és beporzók számára is, amelyek akár a termés hozamot is növelhetik (Bérces B., 2022).

Irodalomjegyzék

Ahmed M. (2023): Environmental characterization and cartographic modeling of wild plant habitats at the northern coastal zone of Egypt, *Frontiers in Environmental Science* 11, pp. 5-10.

Árvai V. (2020): Geológiai képződmények térképezése műholdképek alapján a Hátszigetmedencében, (Szakdolgozat) Eötvös Lóránt Tudományegyetem, pp. 20-23.

Bendib, A. – Dridi, H. – Kalla, M.I. (2017): Contribution of Landsat 8 data for the estimation of land surface temperature in Batna city, Eastern Algeria. *Geocarto International*, 32(5), pp. 503-513.

Besenyi M. (2016): Vigyázó szemünket Párizsra vetettük—a klímaváltozás és a klímamegállapodás versenyfutása, MTA Állam-és Jogtudományi Intézet, pp. 53-73.

Bérces B., Tóth K., Csonka A. (2022): Mire jó egy fás legelő? – Esettanulmány a Dél-Dunántúlról, *GAZDALKODÁS* 66.2., pp. 142-155.

Csorba P., Ádám Sz., Bartos-Elekes Zs., Bata T., Bede-Fazekas Á., Czucz B., Csima P., Csüllög G., Fodor N., Frisnyák S., Horváth G., Illés G., Kiss G., Kocsis K., Kollányi L., Konkoly-Gyuró É., Lepesi N., Lóczy D., Malatinszky Á., Mezősi G., Mikesy G., Molnár Zs., Pásztor L., Somodi I., Szegedi S., Szilassi P., Tamás L., Tirászi Á., Vasvári M. 2018. Tájak In: Kocsis K. (főszerk.): Magyarország Nemzeti Atlasza – Természeti környezet. Budapest, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet. pp. 112-129.

Hossam F. (2020): Using shape extraction to enhance classification of Landsat satellite images to visualize vegetation, *Journal of Agricultural Informatics* 11.1, pp. 1-6.

Huszár A. (2018): A Párizsi Megállapodás hatása az éghajlatváltozás elleni küzdelemre az Európai Unióban és Magyarországon, *Magyar Tudomány* 179.9, pp. 1281-1282.

Mélypataki G., Olajos I. (2020): A Szociális szövetkezetek jogi és általános jellemzői a Miskolci, a Tiszaújvárosi és a Mezőkövesdi járásokban, *Publicationes Universitatis Miskolciensis. Sectio Juridica et Politica*, Köt. 38, Kiad. 1, pp. 392-421.

Molnár F., Orosz N. (2023): A városi zöldfelület változásának és hatásainak vizsgálata Ungvár területén, *ÚJ EREDMÉNYEK A MŰSZAKI FÖLD-ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYBAN* 2023, pp. 74-88.

Mucsi L. (2013): A Landsat 6–7 műhold, Műholdas távérzékelés

Nemerkényi A. (1999): A Landsat- és a Spot-műholdak, Távérzékelés

Páldy A. (2019): A klímaváltozás hatása egészségünkre és az egészségügyre Magyarországon, *Magyar Tudomány* 179.9, pp. 1336–1348.

Pecsmány P., Hegedűs A., Vágó J., Szalontai L. (2022): Medencék azonosítása éghajlati jellegzetességeik alapján, műholdfelvételek elemzésével, *AZ ELMÉLET ÉS A GYAKORLAT TALÁLKOZÁSA A TÉRINFORMATIKÁBAN* XIII., pp. 265-269.

Pinke Zs., Ács T., Fabók V., Kalicz P., Jámor A. (2024): A magyar mezőgazdaság modernizációs törekvései és kudarcai az aszálykárok és a globális mezőgazdasági alapanyag-túlermelési válság kapcsán. *Gazdálkodás*, 68 (3). pp. 220-243.

Szabó B. (2015): A városi zöldfelületek hatása a város klímájára, Eötvös Loránd Tudományegyetem, pp. 15-28.

Török T. (2017): A matyó identitás kortárs megítélése Mezőkövesden, (Szakdolgozat) Debreceni Egyetem

Vojtkó A. (2008): Florisztikai adatok Észak-Magyarországról, KITAIBELIA, XIII. évf. 1. szám, pp. 55-61.

Völgyesi L. (2002): Geofizika, Műegyetemi Kiadó 2002, pp. 131-133.

Yasir, M. – Hui, S. – Rahman, S.U. – Ilyas, M. – Zafar, A. – Mehmood, A. (2020): Estimation of Land Surface Temperature using LANDSAT-8 Data- A Case Study of District Malakand, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Journal of Liberal Arts and Humanities (JLAH), 1(4), pp. 140–180.

Internetes forrás:

<https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/paris-agreement-climate/> (Letöltés: 2024.11.10)

<https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-satellite-missions> (Letöltés: 2024.10.17)

mezokovesd.hu: Melléklet a 143/2022. (IX.28.) határozathoz (Letöltés: 2024.11.04)

https://www.met.hu/rolunk/hirek/index.php?id=1250&hir=Eghajlati_visszatekinto (Letöltés: 2024.11.06)

<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mo/mo2016.pdf> (Letöltés: 2024.11.06)

https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/weatherarchive/mez%C5%91k%C3%B6vesd_magyarorsz%C3%A1g_717652?fcstlength=1m&year=2024&month=9 (Letöltés: 2024.10.01)

<https://www.idokep.hu/hirek/2024-nyara-volt-az-eddigi-legforrobb-nyar-magyarorszagon> (Letöltés: 2024.10.07)

<https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/elemzes/index.php?id=4824&m=2> (2024.11.15)

Képek, ábrák

1. ábra: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-satellite-missions>

Függelék

Saját eredmények:

1. Adatgyűjtés során Landsat műholdfelvételeket kerestem, melyek Mezőkövesd területén készültek, majd ellenőriztem a felvételek minőségét, relevanciáját hőmérsékleti adatok gyűjtése mellett.
2. A kutatási célhoz megfelelő felvételekből különböző térképeket készítettem 1-1 év kiemelésével. A növényzet állapotának és eloszlásának vizsgálatára NDVI térképeket, a felszíni hőmérséklet ábrázolására pedig LST térképeket hoztam létre. Az NDVI és az LST közötti kapcsolat meghatározására korrelációs elemzéseket végeztem.
3. Az eredményeket a különböző évek adatai alapján külön elemeztem, így jól láthatók a változások. Végül az egyes típusú térképeket átlagoltam a belvárosi területet kiemelve, ezáltal a kritikus területek pontosabban meghatározhatók.