



Területi Statisztika

Közzététel: 2026. május 21.

A tanulmány címe:

A Győr közigazgatási területén végbement beépítettségi változások térinformatikai vizsgálata, 1989–2024

Szerzők:

Rongics Martin–Tésits Róbert

<https://doi.org/10.15196/TS660302>

Az alábbi feltételek érvényesek minden, a Központi Statisztikai Hivatal (a továbbiakban: KSH) Területi Statisztika c. folyóiratában (a továbbiakban: Folyóirat) megjelenő tanulmányra. Felhasználó a tanulmány, vagy annak részei felhasználásával egyidejűleg tudomásul veszi a jelen dokumentumban foglalt felhasználási feltételeket, és azokat magára nézve kötelezőnek fogadja el. Tudomásul veszi, hogy a jelen feltételek megszegéséből eredő valamennyi kárért felelősséggel tartozik.

- 1) A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Szt.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
- 2) A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, térítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
- 3) A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részletének idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
- 4) A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, haszonszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Szt. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
- 5) A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
- 6) A 3. a)–c.) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:

„Forrás: Területi Statisztika c. folyóirat 66. évfolyam 3. számában megjelent, Rongics Martin–Tésits Róbert által írt, A Győr közigazgatási területén végbement beépítettségi változások térinformatikai vizsgálata, 1989–2024 c. tanulmány”

- 7) A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem esnek szükségképpen egybe a KSH, vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.

A Győr közigazgatási területén végbement beépítettségi változások térinformatikai vizsgálata, 1989–2024

Geoinformatics analysis of the built-up changes in the administrative area of Győr, 1989–2024

Rongics, Martin

Pécsi Tudományegyetem,
Természettudományi Kar,
Földrajzi és Földtudományi Intézet
E-mail: rongics.martin@gmail.com

Tésits, Róbert

Pécsi Tudományegyetem,
Természettudományi Kar,
Földrajzi és Földtudományi Intézet
E-mail: tesits.robort@gmail.com

Kulcsszavak:

műholdképelemzés,
beépítettség,
zöldterület,
szuburbanizáció,
városfejlesztés

A városi területek fejlődése jelentős hatást gyakorol a társadalmi és természeti környezetre, amelynek fenntarthatóságához elengedhetetlen a beépítettségi folyamatok figyelemmel kísérése. A távérzékelési technológiai eszközök – különösen a Landsat műholdak – segítségével lehetőség nyílik a városi területek változásainak és azok környezeti hatásainak részletes monitorozására. Jelen vizsgálat sorozat első része Győr területén műholdképelemzéssel világít rá a beépítettség változásaira, amelyeket zöldterület-változási mutatókkal is alátámaszt. A kutatás rámutat, hogy Győr lakóövezetei minden irányba terjeszkedtek, különösen ott, ahol a közlekedési infrastruktúra, az ipari létesítmények közelsége vagy a kertvárosias környezet előnyös feltételeket biztosított. A jövőbeli városfejlesztést a fenntarthatóság, a zöldterületek védelme és a közlekedési kapcsolatok erősítése mentén célszerű irányítani, miközben a gazdasági szuburbanizáció tudatos tervezése is kiemelt fontosságú.

The development of urban areas has a significant impact on the social and natural environment, and monitoring the processes of built-up expansion is essential for its sustainability. Remote sensing technologies – especially the Landsat satellites – make it possible to monitor changes in urban areas and their environmental effects in detail. The first part of the present series of analyses uses

satellite image interpretation to reveal built-up area changes in Győr, which we further support with green-area change indicators. The investigation shows that the residential zones of Győr have expanded in all directions, especially where favourable conditions were offered by the transport infrastructure, the proximity of industrial facilities, or the suburban environment. Future urban development should be guided by sustainability, the protection of green areas, and the strengthening of transport connections, while the conscious planning of economic suburbanization is also of key importance.

Keywords:

satellite image analysis,
built-up area,
green area,
suburbanization,
urban development

Beküldve: 2025. június 21.

Elfogadva: 2025. november 11.

Bevezetés

A városi térszerkezet átalakulása és a beépítettség mértékének, valamint mintázatainak változása jelentős hatással van a társadalmi és természeti környezet különböző dimenzióira. Az elmúlt évtizedekben a fenntartható városfejlődés kiemelt kutatási területté vált, különösen a természeti erőforrások megőrzése és a klímasemlegesség elérésének szempontjából. A növekvő városiasodás egyre összetettebb városökológiai kihívásokat jelent, melyek közvetlenül érintik a városi beépítés szerkezetét, sűrűségét, valamint az épített és természetes elemek arányát, kapcsolatát. A térszerkezeti változások, valamint az ezekkel összefüggő demográfiai folyamatok vizsgálata alapvető fontosságú a város- és vidékfejlesztéssel foglalkozó szakemberek számára. A városi térszerkezet és beépítettség változásai szoros kapcsolatban állnak a szuburbanizációval, mivel a belső városi átalakulások gyakran indítják el a városból az agglomeráció felé irányuló terjeszkedést. A beépítettség módosulása így egyszerre következménye és motorja is a belülről kifelé ható szuburbanizációs folyamatoknak (Dadashpoor–Saeidi Shirvan 2024). Ezek feltérképezéséhez, elemzéséhez és a beavatkozások megalapozásához a távérzékelés – mint korszerű térinformatikai eszköz – különösen értékes módszertani háttérrel biztosít.

Ma már számos távérzékelési technológia áll rendelkezésünkre, melyek képesek akár idősoros elemzések készítésére is. Az egyik ilyen szabad hozzáférésű műholdcsalád a Landsat, mely 1972 óta biztosít nagy felbontású, multispektrális (színekkel kapcsolatos) felvételeket a Föld teljes felszínéről. Segítségével lehetőség nyílik a földfelszín hosszú távú megfigyelésére. Alkalmassá válik a városi területek bővülésének, a zöldterületek csökkenésének és a vele járó természeti (akár mikroklimatikus) válto-

zásoknak a monitorozására, illetve a városi agglomerációk fejlődési fázisainak nyomon követésére (Jensen 2007, Lillesand et al. 2015, Zhang et al. 2018, [1]).

A vizsgálat időszerűségét és relevanciáját az adja, hogy Győr – mint régióközpont, vármegyeszékhely és a Dunántúl egyik legdinamikusabban fejlődő gazdasági pólusa – a rendszerváltást követő időszakban jelentős városszerkezeti és felszínborítási változásokon ment keresztül. Az ország vármegyeszékhelyei közül egyedülként Győr népessége nem csökkent az elmúlt évtizedekben [3], ami fokozott beépítési nyomást gyakorolt a városon belül. A gazdasági fejlődés, az infrastrukturális beruházások és a lakosságszám emelkedése egyaránt hozzájárultak ahhoz, hogy Győr városképében egyre nagyobb arányban jelenjenek meg új beépítések, miközben a zöldterületek kiterjedésének mértéke és iránya szintén átalakulóban van. A város belső térszerkezeti változásai szoros összefüggésben állnak a városközpontból a város peremére, majd az agglomeráció felé terjedő lakó-, kereskedelmi és ipari funkciók fokozatos kiépülésével. Ezen folyamatokra hat a gazdaságiszervezet-váltás és a földhasználati mintázatok módosulása is, ami miatt a városszéli, korábban mezőgazdasági területek, zártkertek, külterületi szőlőskertek fokozatosan beépített városi zónákká alakulnak (Coourdacier et al. 2025). A folyamatok elemzése elengedhetetlen a város fenntartható fejlődésének elősegítéséhez és a jövőbeli tervezés megalapozásához.

A beépítettségi ráta és a városi zöldfelületek változásának vizsgálata fontos információkkal szolgál. Ezek – többek között – városökológiai szempontból akár indikátorként is alkalmazhatók a város élhetőségének és a fejlődés mértékének a meghatározásához, melynek idősoros elemzéséhez a Landsat-felvételek nyílt hozzáférésű forrást biztosítanak.

Jelen vizsgálat célkitűzése a Győr közigazgatási határán belül az 1989 és 2024 közötti időszakban végbement térszerkezeti változások értékelése. Ennek során az időben és térben bekövetkezett változások közötti összefüggésekre fókuszálunk, melyek alapján részcélokat is megfogalmazunk. Idősoros műholdképelemzéssel vizsgáljuk a Győrben végbement sűrű városi beépítettségváltozásokat 1989 és 2024 között. Az így kapott eredményeket alátámasztjuk a vizsgált időszakban bekövetkezett zöldterületi változásokkal, amelyeket külön is értékelünk. Végül javaslatokat fogalmazunk meg a jövőben alkalmazandó fenntartható város- és településfejlesztési stratégiákra.

Szakirodalmi előzmények

A rendszerváltást követően a hazai városi térszerkezet és beépítettség dinamikus átalakuláson ment keresztül. Ennek hátterében a lakásprivatizáció, az önkormányzatiság megjelenése, a gazdaságiszervezet-váltás, a terciarizáció (a szolgáltató szektor súlyának jelentős növekedése), valamint a közlekedés–távközlés fejlődése állt. Mindezek a tényezők alapvetően befolyásolták a városi növekedés térbeli mintázatait és az épített környezet változásának ütemét. A jelen kutatás szakirodalmi áttekintésének közép-

pontjában ezért az elmúlt bő harminc év városi térszerkezeti és beépítettségének irányváltásai állnak.

A nemzetközi kutatások eredményei szerint a városi beépített területek pontos és időben történő feltérképezése alapvető jelentőségű a városnövekedés dinamikájának megértésében, menedzselésében. Jakarta példáján Sarker et al. (2004) rámutattak, hogy a városi beépített terület növekedése gyorsabb, mint a beépítési volumen növekedése, ami hatással van a városi zöldterületekre, a levegőminőségre és a hőszigetekre. Li et al. (2021) a társadalmi tényezők integrálásával javították a beépített területek kinyerésének pontosságát, ötvözve éjszakai fényadatokat, pontszerű létesítményeket, úthálózatot és növényzetindexeket. Schiavina et al. (2022) az EU régióiban kimutatták, hogy a beépített területek növekedése általában gyorsabb a népességnövekedésnél, ami a földhasználat hatékonyságának javítását és a természeti tőke megőrzését teszi szükségessé. Lopez–Hynes (2003) pedig az 1990-es évek amerikai városainak beépítettség-növekedését és földhasználati mintázatait vizsgálta, célja a városi terjeszkedés mérhető jellemzőinek feltárása volt, melynek eredményei hozzájárultak a térszerkezeti változások és a fenntartható várostervezés jobb megértéséhez. **Ezek a nemzetközi tapasztalatok kiemelik az idősoros térképezés jelentőségét, ami a hazai városi térszerkezet és beépítettség további, a korábbiaknál részletesebb vizsgálatát is indokolja.**

Az ezredfordulót követően egyre több hazai tanulmány foglalkozott a regionális központok sajátosságainak felméréseivel, amelyek között – jelen vizsgálat szempontjából is – fontos említeni a Győr környéki közlekedési és infrastruktúrahálózat értékelését, valamint a településmorfológiában és -szerkezetben bekövetkezett változások bemutatását. A korabeli kutatások egyik elsődleges fókusza a belső városi területeken végbemenő funkcionális módosulások, az ipari és lakófunkciók közötti határok elmosódása, valamint a közlekedési hálózatok fejlődésének feltárása volt, melyek hozzájárultak a későbbi hazai fenntartható várostervezési stratégiák megalapozásához (Hardi–Nárai 2005, Csapó et al. 2015, Kovács 2017).

Az elmúlt másfél évtizedben egyre gyakrabban került a kutatások fókuszába az önkormányzatok urbanizációs folyamattal való kapcsolata, különösképp annak önkormányzati-szolgáltatási szempontból jelentős hatásai. Kérdésként merült fel, miként értékelik a hatásokat, megmagyarázva nemcsak a kedvező tendenciák, hanem az esetleges hátrányok okait is. Az alkalmazott eszközök és stratégiák összegyűjtése, valamint az elvárt eredményekkel történő összehangolása kulcsfontosságú, hiszen számos kihívással szembesülnek, melyekre jól válaszolva képesek a jövőben is sikereket elérni. Itt említhető nemcsak a lakosság-szám-változás, hanem az infrastruktúra fejlesztésére való igény és a lakáspiac befolyásának erősödése is (Dudás 2013, Szirmai 2011).

A kutatók 2010-es évektől többek között számba vették a környezetterhelő hatások várható, jövőbeli tendenciáit, illetve azokat a stratégiákat, amelyek alkalmasak a fenntartható városi fejlődés lehetőségeinek kiaknázására (Hoyk et al. 2019). Természetesen nemcsak a hazai, hanem a nemzetközi kutatásokban is kiemelkedik azon kér-

dések megválaszolása, amelyek az emberi egészséget, jólétet és életminőséget közép-pontba helyező településfejlesztési stratégiák lehetőségeit vizsgálják (Tonne et al. 2021, Nagy-Szijártó–Szalmáné Csete 2023, Darányi–Gálosi–Kovács 2017, Schmeller 2021, Szalai–Fabula 2021).

Az Európai Folyamatok Feltérképezése során is egyre komplexebb megközelítéseket alkalmaztak, melyekben a szociális integráció, a város és a vidék közötti gazdasági együttműködés, a környezeti terhelés csökkentése, valamint az élhető városi környezet kialakítása a fő szempont (Nilsson et al. 2014). A nemzetközi vizsgálatok egy része ugyanakkor a korábbiakhoz képest innovatív módszereket is alkalmaz, mint például az intelligens városi rendszerek kialakítása big data alapú, illetve térinformatikára épülő módszerek segítségével (Bibri 2018).

Egyes kutatók fókuszra a 2010-es években a közösségi kertek példáján keresztül a természet városi térbe integrálódására irányult, feltárva a kelet-közép-európai város-ökológiai és tervezési folyamatok szempontjából a zöldterületek használatában bekövetkezett változásokat (Gibas–Boumová 2019). Számos tanulmány vizsgálja továbbá a poszt-szocialista városok zöld infrastruktúráját. Középpontba helyezik azok történeti fejlődését a szocialista időszak központosított tervezésétől a rendszerváltás utáni funkcionális és társadalmi átalakulásig. Kiemelt figyelmet szentelnek a népességcsökkenés hatásainak, a barnamezős területek újrahaznosításának, a közösségi kezdeményezések térnyerésének, illetve a reurbanizációval járó beépítési folyamatoknak (Haase et al. 2019).

A legújabb vizsgálatok nyugat-európai városokat (Amszterdam és Brüsszel) is górcső alá vesznek, ahol a kompakt városok fejlesztési lehetőségeit és a zöldterületek védelmének ellentmondásait emelik ki. Rámutatnak, hogy a városi sűrűsödés a zöldterületek csökkenéséhez és szétaprózódásához vezet, miközben a valós földhasználati változások nem tükrözik a zöldpolitikai célokat (Balikçi et al. 2022). Itt érdemes megemlíteni a 2025-ös európai uniós ex-ante (előzetes) értékelést, amely új irányt szab a fenntartható várostervezés folyamatában, a kompakt városok modelljére alapozva. Az értékelés a fenntartható várostervezés és a városi terjeszkedés (urban sprawl) mérséklésének elősegítésével törekszik a gazdasági, környezeti és társadalmi fenntarthatóság megvalósítására. Kiemeli a sűrűsödést, a regenerációt és a természetes területek védelmét, miközben elismeri a lakásárak emelkedése és a dzsentrifikáció (a magasabb státusúak beköltözése és a korábbi lakók kiszorulása) okozta kihívásokat (EC 2025).

Napjainkban egyre elterjedtebbé vált a térinformatikai módszerek alkalmazása a városnövekedési kutatások során. Céljaik közé tartozik az urbanizációs folyamat idő-soros feltérképezése, valamint az épített és természeti környezet változásainak nyomon követése. A 2010-es évek előtt a térinformatikai szoftverek használatát a statisztikai másodelemzés és az empirikus vizsgálati módszerek előzték meg. A korábban a javarészt csak természettudományi kutatásokban használatos térinformatikai eszközök megjelentek a társadalomtudományi elemzésekben is.

A Landsat a városi növekedés dinamikájának megértéséhez nemzetközi szinten is jó adatforrást biztosított, mely a fenntartható várostervezési és zöldterület-kezelési döntésekhez manapság elengedhetetlen (Kaimaris–Patias 2016, Handayani et al. 2018, Kpienbaareh–Oduro Appiah 2019). A kutatók a térinformatika segítségével idősoros elemzésekhez szükséges tematikus térképeket és adatsorokat tudnak előállítani, ezáltal képesek előrejelezni a városnövekedés jövőbeli tendenciáit. Számos tanulmány foglalkozott a városi terjeszkedéssel, a városi hősziget és beépítettség, valamint a zöldterületek változásait kifejező eredményekkel (Vaszócsik 2017). Hazánkban az említett kutatási módszereket elsőként Budapest, majd Debrecen vizsgálata során használták, melynek céljai között a fenntartható városfejlesztést segítő stratégiák kidolgozása állt (Molnár 2015, Gyenizse et al. 2015).

Az ismertetett szakirodalmi előzmények mind az urbanisztika, a társadalomtudományok, a környezetgazdaságtan és a térinformatika oldaláról megalapozzák jelen vizsgálat célkitűzéseit, amelyek az urbanizációs folyamattal összefüggésben tárják fel a beépítettségi ráták térbeli és időbeli változásait. Ugyanakkor a társadalmi-gazdasági folyamatokkal foglalkozó szakirodalom rámutatott többek között a társadalmi át-retegződésre is, amely alapvetően meghatározza a területhasználat és felszínborítottság dinamikáját, térbeli mintázatát.

Kutatási módszerek

Fontos leszögezni, hogy a vizsgálat felszínborítást (fizikai felszíni kategorizálást) vagy területhasználatot (funkcionális társadalmi használatot) jelenít meg a tematikus térképeken, ugyanis mindkét elemzési módszer más szempontok figyelembevételét igényli. Esetünkben a felszínborítás vizsgálata áll a fókuszban, mely alkalmas a beépítettség-változás által érintett területek elemzésére.

A műholdképelemzés előnye elsősorban az, hogy segítségével ábrázolhatók a városi és a klasszikus értelemben vett szuburbán térség, illetve a zöldfelület kiterjedésének változásai. Jelen vizsgálat során legfontosabb forrásként az Egyesült Államok Geológiai Szolgálatának (USGS [1]) és az Európai Űrügynökség (ESA [2]) honlapjai szolgáltak.

A közepes felbontású Landsat TM és ETM+ műholdképeket az USGS Earth Explorer felületről töltöttük le. Azért választottuk ezt az optikai sávú távérzékelésű műholdcsaládot, mert az a Sentinel műholdakkal ellentétben hosszú távú (1972-től napjainkig) idősoros elemzési lehetőségeket kínál. Hátránya, hogy 30 méteres térbeli felbontással rendelkezik, mely bizonyos esetekben nehezíti a kvantitatív elemzést, azonban a jelen vizsgálatnál ez a pontatlanság nem jelent nagyobb korlátot. A felvételek elérhetősége szintén korlátozott, ugyanis a Landsat műholdak időbeli felbontása 16 nap. Ez a 16 napos visszatérési idő nem sok felhőmentes felvételt biztosít a vegetációs időszakban. A felhőborítottság mindegyik kiválasztott felvétel esetében 5% körüli, melyet néhány indokolt esetben „maszkoltunk”. A szolgáltató a nyilvánosságra

hozott felvételeken már elvégezte az előfeldolgozást, vagyis a geometriai és radiometriai korrekciókat, illetve azok WGS84/UTM34 projekciónak megfelelően georeferáltak. A vizsgálat során a Sentinel Application Platform (SNAP) szabad hozzáférésű szoftver 11-es verzióját használtuk, mely ideális architektúrát biztosít az adatok feldolgozásához.

A térképes illusztrációk és összehasonlító elemzések QGIS-ben (3.16-os verzió) és ArcMap-ben (10.8-as verzió) készültek. A kiválasztott időszak 35 évet ölel fel, melyet hozzávetőlegesen tízéves időszakokra osztottunk (1989–1997, 1998–2005, 2006–2014, 2015–2024). Következésképpen a Landsat 5-ös és Landsat 8–9-es műholdak felvételeit dolgoztuk fel. Optimális szemléltetés céljából mindegyik vizsgált évben a vegetációs időszak csúcsát jelöltük ki, mert ilyenkor a reflektanciaértékek¹ alapján jól elkülöníthetők a mezőgazdasági területek és a beépített felszínek. Emellett a mezőgazdasági területeken belül is kivehető a különbség a zöldnövényzettel borított és a már learatott mezőgazdasági parcellák között, miközben ezek száma még alacsony, így jobban elkerülhető a beépített felszínekkel való összetévesztés. Sajnos a füves rétek, legelők és a városi területekről történő visszaverődés néhol így is nagyon hasonló értéket ad, és ezek kiszűrése nem minden esetben volt megoldható².

Győr zöldterületi változásainak elemzésénél a normalizált vegetációs indexet (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) használtuk, mely a növények klorofiltartalmán alapuló reflektancia különbségét (fotoszintetikus aktivitás) mutatja. Az elemzéshez felhasznált felvételek időpontjait a vegetációs időszak csúcsához közelítettük, minél csekélyebb mértékű felhőborítottságot tartalmazó műholdképek kiválasztásával. A felvételeken elvégeztük az NDVI-számítást és a kapott eredményrétegeket mindegyik évre átlagoltuk. Azért választottuk az NDVI, mivel a növények a fotoszintézis során ugyan a vörös csatornában elnyelődnek, de a közeli infravörös csatornában erős reflektanciát mutatnak, mely értékek kombinációjával kiszámítható a vegetáció sűrűsége és egészségi állapota (Rouse et al. 1973).

Az így kapott öt átlagtérképen elvégeztük a zöldfelületi index (ZFI) (Jombach–Fábos 2014) szerinti kategorizálást, mely az NDVI által mutatott eredményekre épül. Célunk ezzel az ellentétes trendek, illetve a városi fejlődés komplex dinamikájának érzékelteése. Az ellentétes trendek, mint a zöldfelület csökkenése és a beépítettség növekedése, hatékonyan vizsgálhatók, így olyan területek is azonosíthatók, ahol a zöldfelület csökkenése nem egyenesen arányos a beépített területek növekedésével. Az adott terület zöldfelület-borítottságának aránya és egészségi állapota kölcsönhatásban áll a városi terjeszkedés és a szuburbanizáció folyamatával.

¹ A reflektancia egy felszín visszaverő képessége, a felszín által visszavert sugárzás és a felszínre eső sugárzás hányadosa.

² A füves rétek, legelők és egyes városi felszínek (például világosabb tetők, beton, kopár földterületek) hasonló spektrális tulajdonságokkal rendelkezhetnek bizonyos hullámhosszokon. Különösen a látható fény tartományában (például vörös és zöld sávok) lehetnek átfedések.

A városi sűrű beépítettséget olyan helyekre határoztuk meg, ahol a beépített felület aránya magas, a beépítési szerkezet folyamatos, a telekhatárok, épületek és utak sűrűn helyezkednek el. A vizsgálat során a sűrű városias beépítettség feltárására a Built-Up Index (BUI) alkalmazását választottuk (Kaimaris–Patias 2016), amely a műholdképek spektrális jellemzői alapján méri a beépített területek arányát. Az index értékei alapján az adott pixel vagy terület a következő kategóriákba sorolható: alacsony beépítettség (<30%), közepes beépítettség (30–70%) és sűrű városias beépítettség (>70%). A felvételek kiválasztása az NDVI vizsgálati módszerével megegyezőek. A terület-, víz- és felhőmaszkot, valamint a BUI számítását SNAP-ben elvégeztük. Második lépésként ArcMap-ben Reclassify és Boundary Clean-algoritmusok sorrendben történő futtatását követően vektorizáltunk. A városi beépítettség változása (csökkenés és növekedés egyaránt) miatt ArcMap-ben az intersect függvény segítségével az egyes vizsgált időszakok közötti stagnálást válogattuk le, melynek eredményeként a növekedést (a későbbi időpont) és a csökkenést (az előbbi időpont) is szemléltettük a stagnálás bemutatása mellett. Így az egyes időpontok között elvégezhető volt az összehasonlító elemzés.

A tanulmány primer forrásait félig strukturált interjúk is kiegészítik, melyet a győri főépítéssel és a Győr Nemzetközi Ipari Park Kft. vezetőségével készítettünk. Győr esetében a legfőbb kérdéskör a területi expanzióhoz fűződik, mely egyaránt érinti a lakásállományi (lakóvárosrészek) és gazdasági területek (ipari parkok) növekedésének irányait, valamint intenzitásának ingadozását az elmúlt 35 év távlatában. Az ipari park Győr életének kulcstényezőjévé vált, melynek telephelyén közel 7000 munkavállaló dolgozik.

A vizsgálat során alkalmazott módszer – a BUI városi területek feltárására, valamint zöldfelület változásának az NDVI segítségével végzett elemzése – egyszerű, reprodukálható megközelítést biztosított a városias beépítettség időbeli változásainak feltárásához. Az elemzés végső formáját a ZFI-kategorizálás adta, amely lehetővé tette az urbanizáció és a zöldfelületek térbeli változásának összehasonlítását. A módszer előnye a nagy területi lefedettség és az idősoros adatokhoz való hozzáférhetőség, ugyanakkor korlátozottsága is egyértelmű: a multispektrális adatok alapján a beépített és a mezőgazdasági vagy csupasz talajú felszínek elkülönítése nem mindig megbízható. Ennek következtében egyes térségekben a városias beépítettség túlbecslése, míg másutt alulbecslése figyelhető meg. A vizsgálat célrendszerébe ezért – a korábban ismertettek túlmenően – beletartozik a távérzékelés alapú beépítettségerzékelés módszertani kihívásainak azonosítása is. A további kutatásokban a hibák szisztematikus szűrése – például a földhasználati kategóriák vagy a kiegészítő adatrétegek bevonásával – jelentősen javíthatja az eredmények megbízhatóságát.

Eredmények

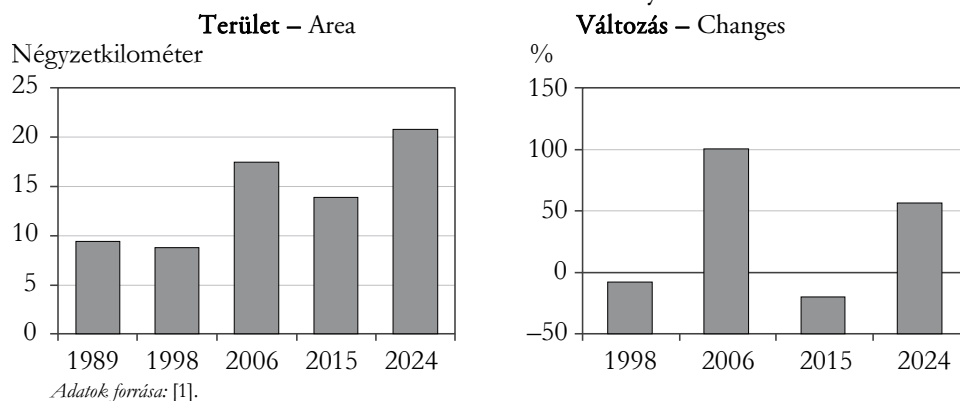
A beépítettség-növekedés szakaszainak azonosítása

Minden vizsgált időpont adatkészletében területmérést végeztünk a városias beépítettségű területek növekedésének pontos meghatározása érdekében. A területi adatok változását az 1. ábra szemlélteti. Célunk a beépítettség-növekedés időbeli mintázatának azonosítása volt, melyből következtetésként levonható a szuburbanizációs folyamat szakaszainak dinamikája. Először a beépített területek abszolút változását ábráztuk. A növekedés üteme alapján a folyamat jól elkülöníthető szakaszokra bontható: egy kezdetben lassabb, majd egy később gyorsabb, végül pedig egy stabilizálódó időszakra. Ezt követően az egyes vizsgált időpontok közötti időszakokban bekövetkezett százalékos változásokat is ábráztuk (1. ábra). Az elsődleges adatokból táblázatos formában is összeállítottuk a beépítettség növekedését (1. táblázat), lehetővé téve az abszolút és a relatív változások könnyebb összehasonlítását, áttekintését. Az abszolút területi értékeken túl az előző időponthoz viszonyított relatív változás is lehetővé teszi a folyamat kettéválasztását: ennek alapján két növekvő és két csökkenő tendenciájú időszak különíthető el. Összességében a vizsgált időszak egy kezdeti, mérsékelt ütemű, valamint egy intenzívebb terjeszkedési szakaszra osztható, ami a szuburbanizációs folyamat dinamikájának eltérő mértékét tükrözi. A 2006 és 2014 közötti időszakot visszaesés jellemzi, melynek oka többek között a 2008. évi gazdasági és pénzügyi világválság következményeiben keresendő. A gazdasági helyzet, valamint az ingatlan- és tőkepiac változásai mind a közigazgatási határokon belüli, mind a határokon kívüli folyamatokra hasonlóan hatnak, közvetve vagy közvetlenül befolyásolva a szuburbanizáció dinamikáját.

1. ábra

A sűrű városias beépítettségű területek nagysága és annak időszakok közötti változása Győr közigazgatási területén

The size of densely built-up areas and their changes between periods in the administrative area of Győr



1. táblázat

**Győr közigazgatási területén a sűrű városias beépítettségű területek változása
1989 és 2024 között**

Changes in densely urbanized built-up areas in the administrative area of Győr
between 1989 and 2024

Időszak	Beépített terület az időszak		Abszolút változás	Relatív változás, %	Irány
	elején	végén			
	négyzetkilométer				
1989–1997	9,8	9,0	–0,8	–8,16	Csökkenés
1998–2005	9,0	18,0	9,0	100,00	Növekedés
2006–2014	18,0	14,2	–3,8	–21,11	Csökkenés
2015–2024	14,2	21,4	7,2	50,70	Növekedés
Átlagos relatív változás	–	–	–	30,36	–

Adatok forrása: [1].

**Győr közigazgatási határán belüli folyamatok, 1989–2005
(kezdeti szakasz)**

Az első vizsgált időszak (1989–1997) legjelentősebb változása az Audi Hungária Zrt. 1993. évi gyártelepítése volt Győr keleti, ipari városrészében. Emellett, az említett autóiipari telephelytől délre az első járműipari beszállítók megjelenésével már 1992-ben megnyitotta kapuit a Győri Ipari Park. Tőlük délebbre pedig kavicsbányák nyíltak, melyek szintén a városi beépítettség reflektanciaértékein mozognak; természetesen ezek téves érzékelésnek tekinthetők (hasonló hibák Győrtől északra is előfordultak) (2. ábra).

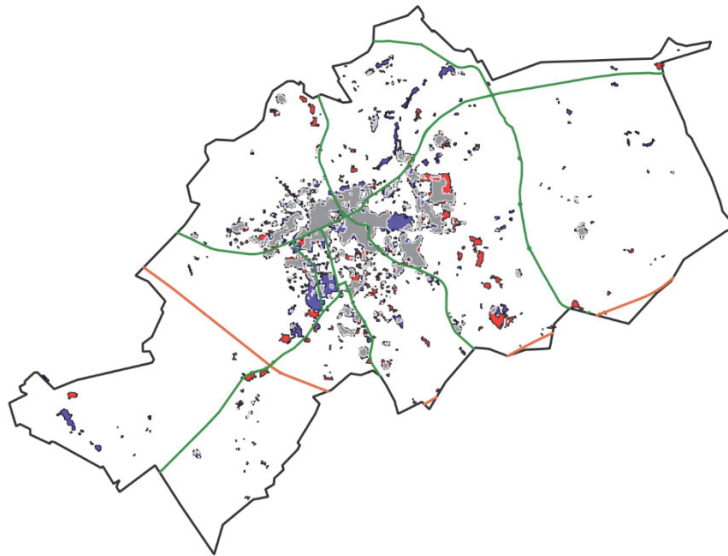
A piaccgazdaság kiépülésével párhuzamos terciarizáció rányomta bélyegét a város délnyugati részének beépítettségére, ahol nagyobb bevásárló- és szolgáltatóegységek nyíltak. Jelentősen csökkent ugyanakkor a beépítettség az egykori vagon- és gépgyár helyén, ami a rendszerváltást követő évtizedben már barnamezős területté vált. A város délnyugati részén további két, korábban nagyobb kiterjedésű terület beépítettségi aránya is csökkent. Az ok egyszerű: a Marcalváros nevű városrész – építésének 1989 utáni befejezését és a munkaterületének felszámolását követően – zöldterülettel tarkított városrészé formálódott. A területi változás mértéke az első két időpont között –8,1%. Megemlítendő azonban, hogy a városi beépítettség győri vizsgálata során 15%-os hibahatárral dolgoztunk (lásd Kaimaris–Patias 2016).

Ezen változások hátterében (a rendszerváltás után) az egyik legjelentősebb befolyásoló tényező a magánszektornak az ingatlanfejlesztésekben is megnövekedett szerepe, melynek következtében a város számos pontján vállalkozói és szolgáltatói telephelyek, üzletek és irodák létesültek. Mindemellett megnőtt a kereslet a magántulajdonú lakások iránt is, mely további építkezéseket, beruházásokat tett szükségessé. Az ingatlanfejlesztések célja a különböző társadalmi csoportok igényeinek kielégítése volt, ami új lakóövezetek kialakításához és a korábbi rozsdáövezetek újrahásznosításához vezetett (Szaksz V., Győr főépítésének szóbeli közlése, 2024. december 13.).

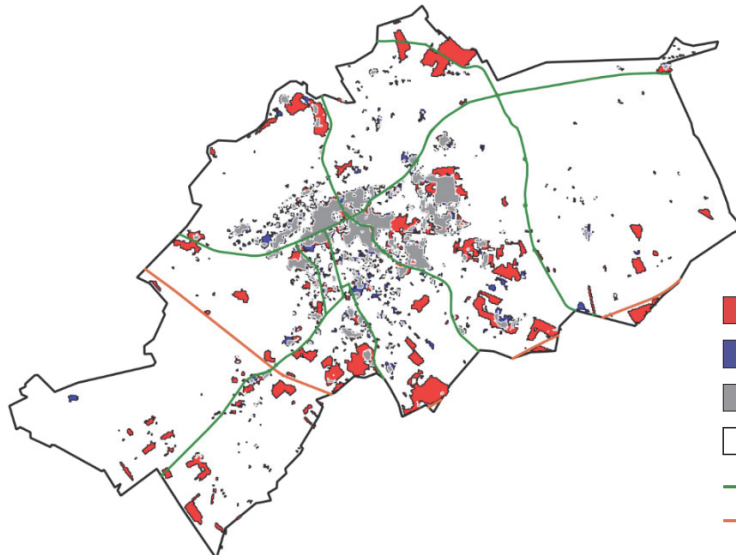
2. ábra

**A sűrű városias beépítettség területi eloszlásának változása
Győr közigazgatási területén**
Changes in the spatial distribution of densely urbanized built-up areas
in the administrative area of Győr

1989–1997



1998–2005



- Növekedés
- Csökkenés
- Stagnálás
- Győr
- Főutak
- M1-es autópálya

Adatok forrása: az [1] alapján saját szerkesztés.

A következő vizsgált időszak az 1998 és 2005 közötti éveket foglalja magában (2. ábra). A növekedés ugyan kimagasló – csaknem 100%-os a relatív területi változás – viszont ezen a felvételen Győr északi és déli közigazgatási határának közelében sok, a műhold által tévesen azonosított terület van, melyek valójában szántóföldi termelés színterei. A városközponthoz közelebbi területek viszont jól feltártak, ahol ipari területek sokasága jött létre, melyek legnagyobb arányban Győr nyugati és keleti részein találhatóak. Az Audi Hungária Zrt. és az ipari park térhódítása ebben az időszakban is folytatódik, valamint a kavicsbányák is terjeszkednek a város keleti és délkeleti részein. A bevásárló- és szolgáltatóegységek tovább bővülnek. A nagyhirű győri vagon- és gépgyár korábbi területének egy része barnamezős beruházásként felértékelődik, és újra ipari termelés színhelyévé válik.

A belváros északi részén található egy nagyobb lakópark, amely jelentős szerepet játszott az új ingatlanfejlesztések során. Míg a lakásállomány növekedése a korábbiakhoz képest megtorpant, addig az ipari területek aránya egyértelműen növekedésnek indult. Ennek hátterében többek között az ipari termelés és az export volumenének növekedése áll, ami stabil alapot teremtett a város gazdaságának, új beruházásokkal, munkahelyekkel és infrastruktúrafejlesztésekkel.

Az európai uniós források megnyílasával jelentős mértékű infrastruktúra- és közszolgáltatás-fejlesztési támogatás vált felhasználhatóvá. A munkahelyek számának emelkedése természetesen további lakosságszám-növekedést eredményezett. A társadalmi mobilitás növekedése és a középíreteg megerősödése együtt járt a lakóövezetek térbeli differenciálódásával. Miközben a városközpont funkciója egyre inkább kereskedelmi és szolgáltatói irányba tolódott el, a lakófunkció pedig a peremterületekre és az agglomeráció településeire helyeződött át. A város peremterületein új ipari parkok és logisztikai központok létesültek, amelyek csökkentették az ipari tevékenység belvárosra gyakorolt terhelését (2. ábra). A város északi és nyugati részein egyes helyeken lakóövezet-fejlesztés zajlott, új lakóparkok és családi házas övezetek jöttek létre, valamint az új lakóövezetek mellett számos rozsdáövezet rehabilitációja is megkezdődött (Szaksz V., szóbeli közlés, 2024. december 13.).

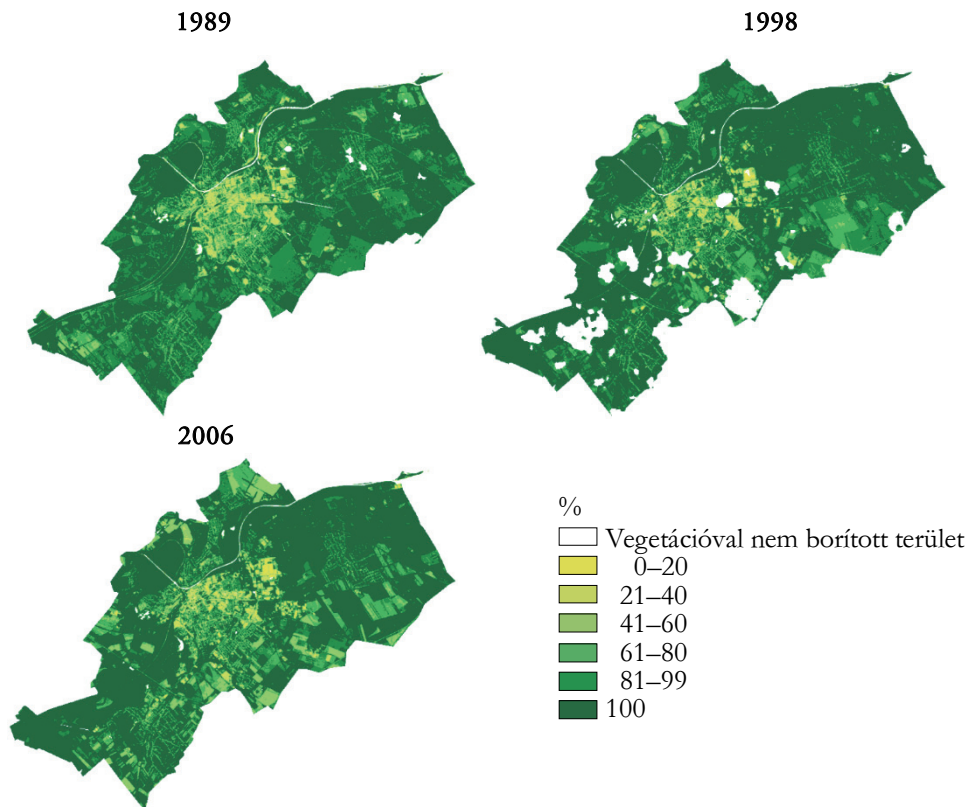
A beépítettség elemzése mellett célunk volt a zöldfelületi borítottság időbeli és térbeli alakulásának vizsgálata is, hiszen a zöldfelületek csökkenése vagy átalakulása szoros kapcsolatban állhat a lakóövezetek és a hozzájuk kapcsolódó infrastruktúra kiépülésével, illetve a városökológiai egyensúly módosulásával. Még ha a zöldfelületek változása nem is követi a városközpontból kifelé történő terjeszkedés mintázatát, az ilyen átalakulások jelezhetik a városrégió átfogó térbeli átrendeződését, amely a szuburbanizáció fontos kísérőjelensége. A 3. ábra a vegetációval való 1989., 1997. és 2006. évi borítottságot mutatja. Az ipari, kereskedelmi, valamint logisztikai létesítmények megjelenése, a belvárosi beépítettség sűrűségének fellazulása, az egyes városrészek zöldítési programjainak megvalósulása egyaránt kivehető a vegetációborítottság változásait szemléltető 3. ábrán.

A 100%-os növényborítottság 9%-os területi növekedése a folyópartok környékén található erdőkre irányuló természetvédelmi intézkedésekkel magyarázható. Ez a 81–99%-os kategória területeiből bővül. A 61–80%-os kategória növekedése ugyanakkor az ipari és a lakófunkciójú területek növekedésének következménye. Számottevő változás a többi kategória esetében azért nem volt, mert míg növekedtek a sűrű beépítettségű ipari területek, addig csökkent a lakófunkciójú területeken zajló építkezések aránya, ahonnan korábban a városi területi reflektanciaértékek visszaverődtek.

3. ábra

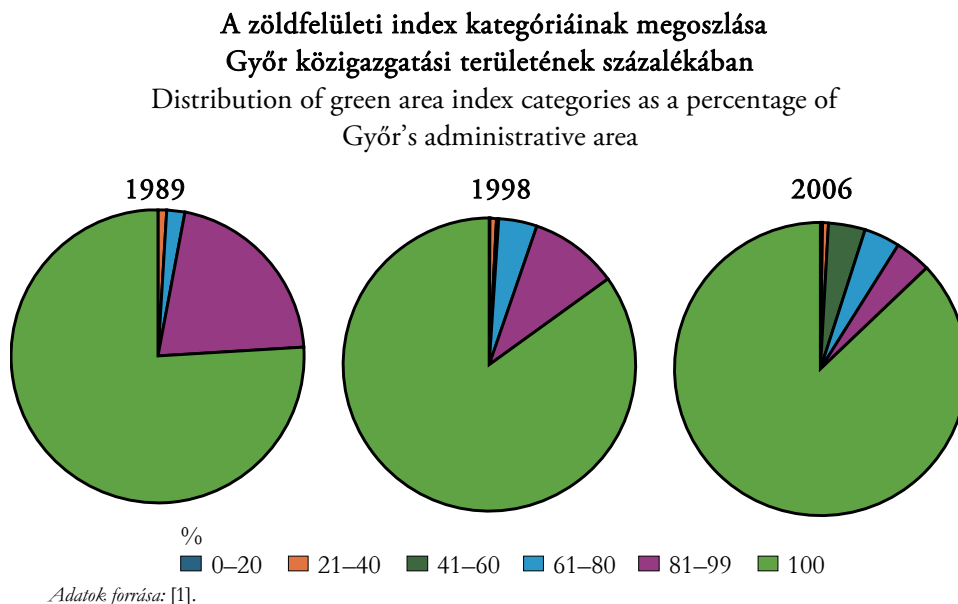
A zöldfelületi index alakulása Győr közigazgatási területén

Green area index within the administrative area of Győr



Adatok forrása: az [1] alapján saját szerkesztés.

4. ábra



A 2006. évi értéket is szemléltető 4. ábrán a zöldterületek csökkenésének talán legerőteljesebb jelei továbbra is az ipari területeken mutatkoznak. Mindemellett, a város északi részén egyre nagyobb sűrű beépítettségű lakóingatlanok arányának növekedése. Ez nagymértékben egyezik a 2006 után történt beépítettség változásokkal. A 4. ábra megmutatja, hogy a 100%-os vegetációborítottságú területek növekedése a környezetvédelmi intézkedések hatására tovább folytatódott. A fokozatosan csökkenő értékű kategóriák ugyanakkor jelentősen növekedtek, amely az ipari területek, a logisztikai és kereskedelmi komplexumok, valamint a lakásállomány további bővülését támasztja alá (Szaksz V., szóbeli közlés, 2024. december 13.).

A változások intenzív szakasza, 2006–2024

A 2006 és 2014 közötti időszakra az 5. ábra a sűrű beépítettség erőteljes (körülbelül 21%) csökkenését mutatja, melynek jelentős része a korábbi időszakban érzékelési hibaként jelölt városhatárszéli területekhez köthető. A város belső területein bekövetkezett beépítettségirata-csökkenés a parkosításra és a zöldterületek bővítésére irányuló városstratégiai intézkedésekkel magyarázható.

Az Audi Hungária Zrt. területi bővülése kiemelkedő: nagyságrendileg megduplázta korábbi kiterjedését. Az ipari park is közel egyharmadával növelte területét az előző vizsgált időszakhoz képest. A lakásállomány növekedésnek indult, mely elsősorban a nyugati városrészeket érintette, ahol a városrehabilitációs törekvések keretében új lakóépületek jelentek meg. Az Audi Hungária Zrt. bővítése további beruházókat és

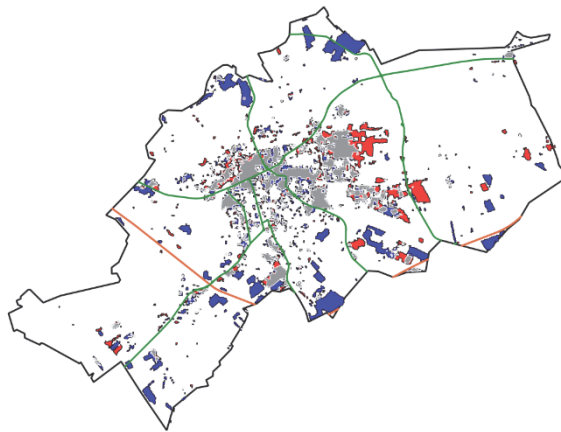
vállalatokat vonzott a térségbe, amely az európai uniós források hatékony felhasználása mellett hozzájárult a 2008. évi gazdasági és pénzügyi világválság negatív hatásainak tompításához. A várostervezés szempontjából a belvárosi rehabilitációk, az új lakóövezetek kialakítása, a közlekedési infrastruktúra fejlesztése és a zöldterületek növelése hatott a legnagyobb mértékben ebben az időszakban a beépítettség változására (Szaksz V. szóbeli közlés, 2024. december 13., Reider E., Győr Nemzetközi Ipari Park Kft. ügyvezetőjének szóbeli közlése, 2024. december 10.).

5. ábra

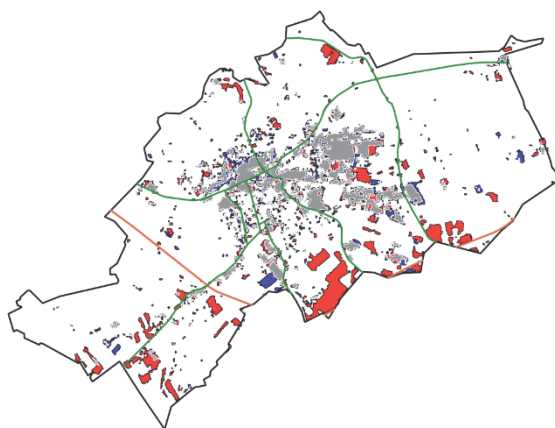
Győr közigazgatási területén a sűrű városias beépítettség területi eloszlásának változása

Changes in the spatial distribution of densely urbanized built-up areas in the administrative area of Győr

2006–2014



2015–2024



- Növekedés
- Csökkenés
- Stagnálás
- Győr
- Főutak
- M1-es autópálya

Adatok forrása: az [1] alapján saját szerkesztés.

A 2015 és 2024 között (5. ábra) 50,7%-os a relatív területi növekedés. Ebben az időszakban a város déli, délnyugati és részben északi területein újabb téves jelölések észlelhetők, amelyek a nyári műholdfelvételen szereplő száraz szántóföldek visszaverődési értékeiből eredhetnek. A nyugati városrészekben a beépítettségi ráta csökkenése figyelhető meg, melynek oka a korábban építkezés alatt álló területek fásítása és zöldterületi rehabilitációja. Ez a folyamat a város keleti részén, az ipari zónában is megfigyelhető. A növekedés egyértelműen az Audi Hungária Zrt. és az ipari park területén követhető nyomon, emellett a belvároshoz közeli északi területeken új lakásépítési beruházások is voltak. Az új lakóparkok (például a Szitásdomb-lakópark), a modern társasházak, valamint a város peremén kialakított kertvárosi övezetek új lakók számára biztosítottak otthont. A városfejlesztési stratégia elvei, illetve annak gyakorlati eredményei a korábbiakkal megegyeznek, így modern, élhető és fenntartható városi környezet alakult ki. A gazdasági stabilitás, az ingatlanpiac dinamizmusa, a K+F-tevékenységek és a helyi egyetem összefonódása mellett a fiatal, képzett munkakerő koncentrált jelenléte közvetlenül hozzájárult a beépített területek növekedéséhez. Ezt a helyzetet ugyanakkor árnyalja, hogy az Audi Hungária Zrt. bővítése a 2010-es években Natura 2000-es védelem alatt álló területen valósult meg, még abban az esetben is, ha a környezeti veszteségeket kompenzációs intézkedésekkel igyekeztek ellensúlyozni. Mindez rámutat arra, hogy elengedhetetlen a zöldterületek átalakulása mögött álló folyamatok nyomon követése, mivel egy fejlett, uniós jogszabályi keretek között működő térség ökológiai értéke lényegesen meghaladhatja a kijelölt kompenzációs területekét (Szaksz V., szóbeli közlés, 2024. december 12.).

A vegetációs változások folyamatai a 2015-ös ábrarészen (6. ábra) határozottan megjelennek. A legnagyobb csökkenés továbbra is az ipari területeken történik (Audi Hungária Zrt., ipari park, kavicsbányák). Mindemellett, délkeleti irányban az autópálya két oldalán található bevásárlókomplexumok terjeszkedése további területeket vett el a zöldfelületből. A belvárosban zajló parkosítási és fásítási programok hatására pedig növekedett a vegetációborítottság mértéke. A környezetvédelmi intézkedésekkel összefüggésben a folyópartok mentén erőteljes növekedésnek indult a zöldterületek aránya. A korábbi zöldterület-változási tendenciák folytatódtak (7. ábra). Az alacsony vegetációborítottságú területek aránya tovább növekedett és egyre alacsonyabb kategóriába sorolódtak át, melynek következtében a 100%-os területek aránya csökkent.

A 2024. évi felvételen (6. ábra) a zöldterületi változások követték az előző időszaki tendenciákat, melynek következtében az elmúlt 35 évben a legnagyobb mértékben a város keleti és délkeleti irányában – döntően az iparterületek térnyerése miatt – csökkent a vegetáció. A kereskedelmi és szolgáltatóegységek megtelepedése révén tovább zsugorodott a zöldterület.

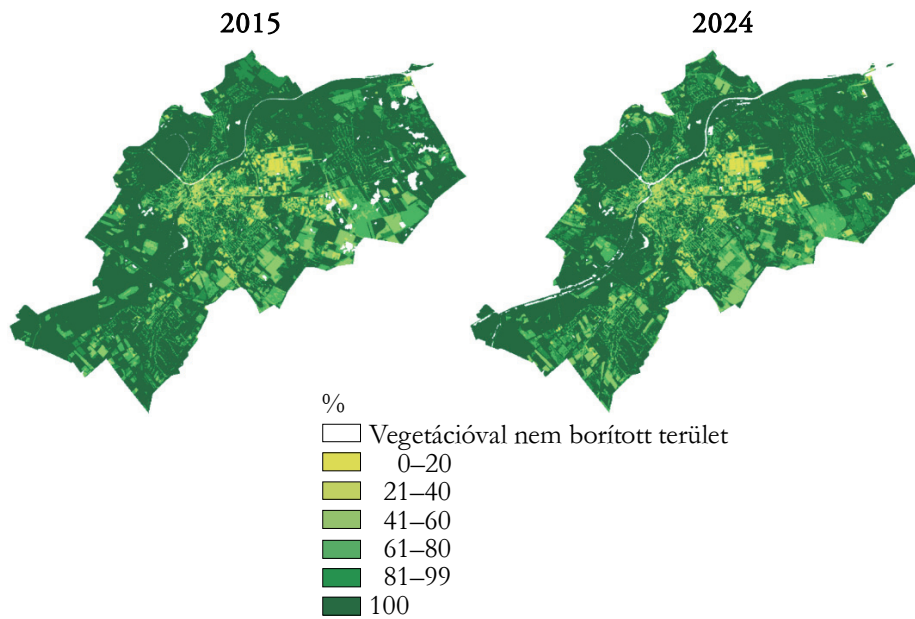
A növekedés egyértelműen a városközpontot, a folyópartok mentét, illetve az egyéb rekreációs területeket jellemzi. Az ábrákon megmutatkozik, hogy a város szélén egyre több falusias és kertvárosias jellegű utcahálózattal rendelkező szuburbán terület alakult ki. Ezek az eredmények összhangban állnak a szuburbanizációt elemző vizs-

gálatok megállapításaival. A 7. ábra a sűrűn beépített felszínek további expanszióját mutatja, melynek nyomán nőtt az alacsony kategóriájú, és további 1%-kal csökkent a 100%-os beépítettségű területek aránya.

6. ábra

A zöldfelületi index alakulása Győr közigazgatási területén

Green area index in the administrative area of Győr

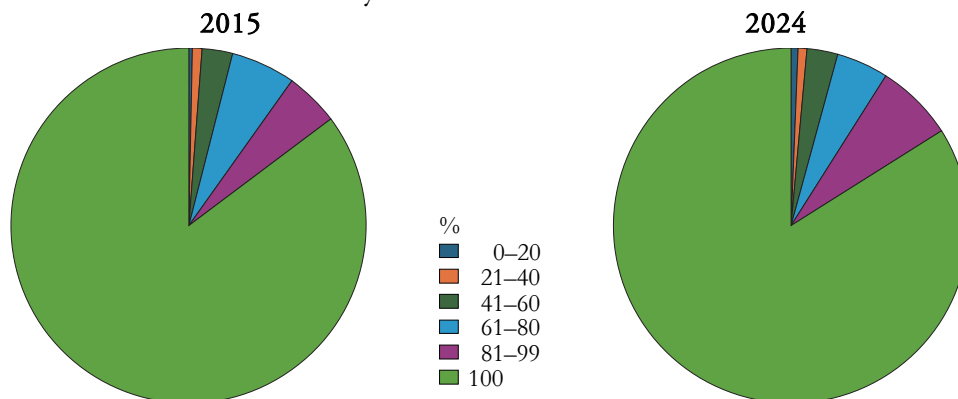


Adatok forrása: az [1] alapján saját szerkesztés.

7. ábra

A zöldfelületi index kategóriáinak megoszlása Győr közigazgatási területének százalékában

Distribution of green are index categories as a percentage of Győr's administrative area



Adatok forrása: [1].

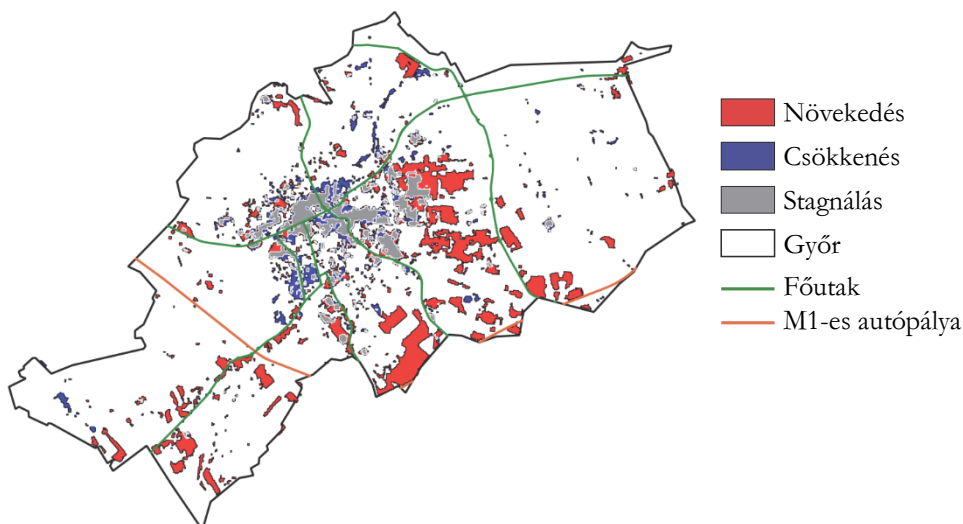
A teljes vizsgált időszak (1989–2024) változását bemutató 8. ábra alapján megállapítható, hogy a rendszerváltást követően a város dinamikus ipari fejlődésen ment keresztül, amely elsősorban a multinacionális vállalatok, különösen az Audi Hungária Zrt. letelepedésével magyarázható. A városi beépítettség növekedése döntően az ipari és a lakófunkciójú területeken zajlott. Amíg az ipari parkok és logisztikai központok keleti és délkeleti irányú terjeszkedése (Győrszentiván városrész és az M1-es autópálya felé) a városszerkezeti változások meghatározó elemévé vált, addig az északi és nyugati irányok inkább a többemeletes tömbházas lakóövezeti expanzió számára kínáltak lehetőséget. A központi városrész beépítettségének sűrűsége fellazult, a zöldterület-növelés célját kitűző vártervezési koncepciók sikeres megvalósulása révén.

Az összesítő 8. ábra alapján megállapítható, hogy a vizsgált időszakokra vonatkozó térképi és számszerűsített eredmények bizonyos területeken torzulásokat mutatnak. Például a város délkeleti irányú főútjai (81-es és 82-es főút, valamint a Sági út) mentén található dűlők, szántók és fásorok, illetve az ipari park melletti kavicsbányák területe a BUI-alapú feltárás során tévesen városias beépítettségként jelent meg. Ezek a jelenségek a felhasznált multispektrális adatok és a BUI jellegéből adódó szisztematikus eltéréseknek tekinthetők, amelyek részben a távérzékelési adatok korlátait, részben a heterogén felszínborítást tükrözik.

8. ábra

Győr közigazgatási területén a sűrű városias beépítettség területi eloszlásának változása 1989 és 2024 között

Changes in the spatial distribution of densely urbanized built-up areas
between in the administrative area of 1989 and 2024



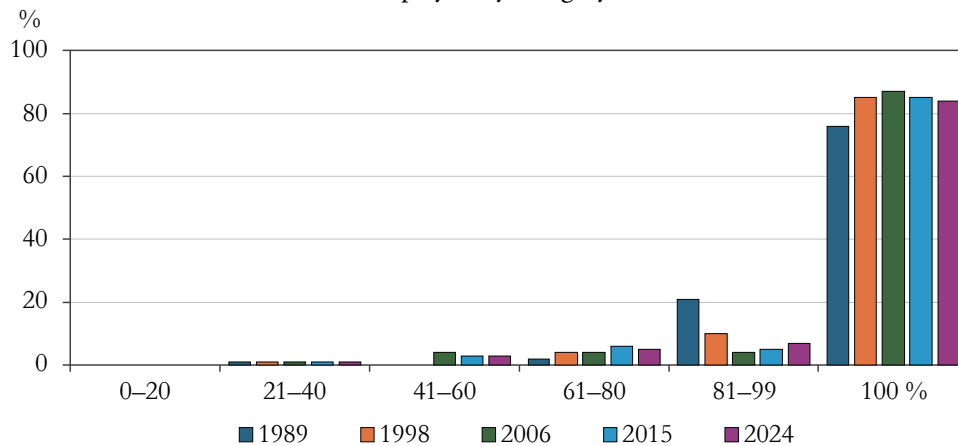
Adatok forrása: [1] alapján saját szerkesztés.

Az egyes ZFI-kategóriák trendjeit összesítő 9. ábra szerint legnagyobb a változás a 81–99%-os kategória esetében, melynek értéksökkenése a 100%-os, illetve a 80%-nál kisebb borítottság előnyére váltak. Tehát az összefüggő zöldterületek (folyópartok, városhatár, rekreációs helyek) és az erőteljesebben beépített felszínek (ipari területek) aránya egyaránt nőtt (9. ábra).

9. ábra

A zöldfelületi index kategóriáinak százalékos megoszlása Győr területén (kategóriánként ábrázolva)

Percentage distribution of green space index categories in the area of Győr
(displayed by category)



Adatok forrása: [1].

A beépítettség vizsgált időszakokra jellemző változásai és a kimutatott eltérések rávilágítanak a távérzékelésen alapuló szuburbanizáció folyamatát vizsgáló elemzések érzékenységére és korlátaira. Ezek tapasztalatai egyben a módszertan továbbfejlesztésének irányát is kijelölik, amelyet a következtetések fejezetben részletesen tárgyalunk.

Következtetések

A vizsgált időszakok kronológiai elemzése rámutat, hogy Győr lakóövezetei a városperem minden irányában terjeszkedtek. A beépítettségi ráta míg Délkeleten (Szabadhegy városrész) az ipari létesítmények közelsége, a földrajzi nyitottság, az előnyös telekkialakítás hatására, addig északon (Kisbácsa, Nagybácsa) és délnyugaton (Ménfőcsanak, Gyirmót) a kiemelkedően jó közlekedési infrastruktúra, a szintén előnyös telekkialakítás és a minőségi kertvárosias lakókörnyezet nyújtotta lehetőségek révén növekedett. A családi házas és a többemeletes tömbházas lakóövezetek elhelyezkedése nem követ egyértelmű mintázatot, a város minden irányában előfordulnak, sokszor egymás közvetlen szomszédságában is. Egymáshoz viszonyított elhelyezkedésük viszont azt mutatja, hogy a családi házas övezetek a tömbházas területek

külső peremén, azokon túlmenően alakultak ki, amelyek vonzó alternatívát nyújtottak a belvárosi, sűrű beépítettségű környezethez képest.

Az ipari területek növekedését Győr keleti és délkeleti részén az autópálya futás-iránya, a várostervezési folyamatok, a földrajzi nyitottság és a telekvásárlások egyszerűsödése (ügyintézési eljárások gyorsabbá válása, egyszerűsített építési engedélyezési eljárások) együttesen idézték elő. A szuburbanizációs folyamatokat és a sűrű városi beépítettség terjeszkedését úgy célszerű irányítani, hogy a zöldterületek védelme és a városok zöldfelületének növelése prioritást élvezzen. A parkok, közparkok és zöldfolyosók további kialakítása a lakóterületek közvetlen közelében erősítheti a természettel való kapcsolatot, javítva ezzel az ott élők életminőségét. A barnamezős területek helyreállítása és városösszetbe integrálása szintén kulcsfontosságú lépés a belső városi potenciál kiaknázásában.

A lakásépítéseket és új lakóparkok kialakítását a fenntarthatóságra célszerű tehát alapozni, a közszolgáltatások hatékonyabb kihasználásával. Ha biztosított az új lakóparkok közvetlen kapcsolata a hatékony közlekedési rendszerekkel, jó eséllyel csökkenthető az autóhasználat, amely szintén hozzájárul a közlekedési fenntarthatósághoz. A gazdasági szuburbanizáció elősegítése érdekében fontos lenne a munkahelyek decentralizálása a külvárosi területeken és a közeli falvakban. Különös figyelmet érdemes fordítani a helyi vállalkozások ösztönzésére, például ipari parkok, logisztikai központok vagy kisebb szolgáltató központok létrehozásával, annak érdekében, hogy a vidéki térségek gazdaságilag is vonzóbbá váljanak. A gazdasági szuburbanizáció nem tudatosan tervezett kiépülése ugyanakkor a környezeti terhelés további növekedését vonhatja maga után, melynek folyamatos monitorozása nélkülözhetetlen a hatékony beavatkozás szempontjából.

A városi peremterületek irányába történő fokozatos városi terjeszkedés során egyre erősebbeké váltak a szuburbanizációs folyamatok. Ezt a jelenséget többek között a város peremén folyamatosan bővülő közlekedési hálózat és közműrendszer is elősegítette. Emellett a kedvezőbb telekárak és a magasabb életminőséget kínáló lakókörnyezet szintén hozzájárultak a folyamat erősödéséhez. A fenntartható fejlődés érdekében elengedhetetlen a városfejlesztési kihívások kezelése, különösen a Győr és környező települései közötti közlekedési és közműkapcsolatok folyamatos fejlesztése.

Lényeges, hogy a szuburbanizációs folyamat olyan módon történő irányítása, amely lehetővé teszi a természeti értékek – például a mezőgazdasági területek és védett zöldterületek – hosszú távú megőrzését. Győr beépített területeinek terjeszkedését és a földhasználat átalakulását úgy célszerű összehangolni, hogy a lakóövezeti és ipari fejlesztések ne járjanak jelentős zöldfelületvesztéssel, és a környezeti egyensúly se sérüljön.

A jelen vizsgálat során alkalmazott BUI és NDVI alapú megközelítés eredményei mellett érdemes felhívni a figyelmet a módszertan olyan irányú továbbfejlesztésének lehetőségére is, amely a jövőbeli kutatásokban pontosabb, hibamentesebb urbanizációs térképezést tehet lehetővé. A szuburbanizációs vizsgálatokban a városias beépítettség pontosabb feltérképezése érdekében célszerű lenne multiszenzoros megközelítés alkalmazása, amely a különböző távérzékelési adatok kombinálására épít.

A LiDAR, a hiperspektrális és a nagy felbontású optikai felvételek integrálása gépi tanuláson alapuló osztályozási eljárásokkal lehetővé tenné a zöldfelületek háromdimenziós, növény-specifikus feltérképezését, valamint a beépített területek térbeli szerkezetének részletesebb elemzését. A különböző érzékelési források összehangolása révén kiszűrhetők lennének a multispektrális műholdképekre jellemző tipikus hibák, például a szezonálisan művelt szántók vagy a tereptárgyak téves beépítettség-érzékelése. Ez a megközelítés a pontosság jelentős növekedését eredményezné a kizárólag BUI és NDVI indexeken alapuló eljárásokhoz képest, miközben megőrizné azok térbeli-időbeli összehasonlíthatóságát. A jelen tanulmány eredményei így módszertani kiindulópontként is értelmezhetők a távérzékelési hibák szisztematikus feltárásához és a városiasodási folyamatok megbízhatóbb leírásához.

Összegzőképpen megállapítható, hogy jelen tanulmány megerősíti a korábbi szakirodalmakban megfogalmazott következtetések egyik alapvető elemét. Ennek értelmében a városi peremterületek dinamikus terjeszkedése nem csupán földrajzi és infrastrukturális adottságok együttes hatására valósul meg, hanem egyben erőteljes társadalmi-gazdasági átalakulás is. Ennek keretében a családi házas és tömbházas lakóövezetek egymást kiegészítve, a belváros túlszűfoltosságára alternatívát kínálva rendeződnek el, miközben az ipari létesítmények a gyors megközelíthetőség és a telekvásárlási kedv ösztönzése révén folyamatosan terjeszkednek.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki Kovács Dániel Márton egyetemi tanársegédnek (PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet) a Landsat-alapú műholdképelemzés során nyújtott módszertani segítségéért.

IRODALOM

- BALIKÇI, S.–GIEZEN, M.–ARUNDEL, R. (2022): The paradox of planning the compact and green city: analyzing land-use change in Amsterdam and Brussels *Journal of Environmental Planning and Management* 65 (13): 2387–2411.
<https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1971069>
- BIBRI, S. E. (2018): *Smart sustainable cities of the future: the untapped potential of big data analytics and context-aware computing for advancing sustainability* Springer International Publishing.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-73981-6>
- COEURDACIER, N.–GUIBAUD, S.–JIN, K.–KOULOVIATIANOS, C. (2025): Structural change, land use and urban expansion *The Review of Economic Studies*.
<https://doi.org/10.1093/restud/rdaf091>
- CSAPÓ, T.–KOZMA, K.–LENNER, T. (2015): Győr településmorfológiája *Településföldrajzi Tanulmányok* 4 (1): 17–34.
- DADASHPOOR, H.–SAEIDI SHIRVAN, S. (2024): Definition and evolution of urban spatial structure. In: WARF, B. (ed.): *The encyclopedia of human geography* pp. 1–11., Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25900-5_207-1

- DARÁNYI, V.–GÁLOSI-KOVÁCS, B. (2011): A környezettudatos település fejlesztés, mint az élhetőbb települési környezet megteremtésének eszköze *Modern Geográfia* 6 (3): 44–72.
- DUDÁS, R. (2013): A szuburbanizáció és a dezurbanizáció folyamatai Magyarországon az érintett települések önkormányzatainak szemszögéből *Településföldrajzi Tanulmányok* 2 (1): 1–17.
- GIBAS, P.–BOUMOVÁ, I. (2019): The urbanization of nature in a (post)socialist metropolis: an urban political ecology of allotment gardening *International Journal of Urban and Regional Research* 44 (1): 18–37. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12800>
- GYENIZSE, P.–BOGNÁR, Z.–BUGYA, T.–MORVA, T. (2015): Egy lakóterület-minősítő, többtényezős geoinformatikai modell korlátai és fejlesztési lehetőségei Debrecen példáján *Modern Geográfia* 10 (4): 15–38.
- HAASE, D.–DUSHKOVA, D.–HAASE, A.–KRONENBERG, J. (2019): Green infrastructure in post-socialist cities: evidence and experiences from Eastern Germany, Poland and Russia. In: TUVIKENE, T.–SGIBNEV, W.–NEUGEBAUER, C. S. (eds.): *Post-socialist Urban Infrastructures* pp. 105–124., Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351190350-7>
- HANDAYANI, H. H.–ESTOQUE, R. C.–MURAYAMA, Y. (2018): Estimation of built-up and green volume using geospatial techniques: a case study of Surabaya, Indonesia *Sustainable Cities and Society* 37: 581–593. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.017>
- HARDI, T.–NÁRAI, M. (2005): Szuburbanizáció és közlekedés a győri agglomerációban *Tér és Társadalom* 19 (1): 81–101. <https://doi.org/10.17649/TET.19.1.985>
- HOYK, E.–FARKAS, J. Z.–HARDI, T. (2019): Environmental impacts of urbanization processes on the examples of Kecskemét and Győr Functional Urban Areas. In: *18th Alps-Adria Scientific Workshop : Alimentation and Agri-environment : Abstract book* pp. 70–71. <http://doi.org/10.34116/NTI.2019.AA.26>
- JENSEN, J. R. (2007): *Remote sensing of the environment: an earth resource perspective* (2nd ed.). Pearson Prentice Hall.
- JOMBACH, S.–FÁBOS, J. G. (2014): Visualisation and landscape modelling to understand landscapes in transition – applications in landscape management of Nagyberék *Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning* 5 (2).
- KAIMARIS, D.–PATIAS, P. (2016): Identification and area measurement of the built-up area with the built-up index (BUI) *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS* 5 (2): 1844–1858. <https://doi.org/10.23953/cloud.ijarsg.64>
- KOVÁCS, Z. (2017): Városok és urbanizációs kihívások Magyarországon *Magyar Tudomány* 178 (3): 302–310.
- KPIENBAAREH, D.–ODURO APPIAH, J. (2019): A geospatial approach to assessing land change in the built-up landscape of Wa Municipality of Ghana *Geografisk Tidsskrift – Danish Journal of Geography* 119 (2): 121–135. <https://doi.org/10.1080/00167223.2019.1587307>
- LI, C.–WANG, X.–WU, Z.–DAI, Z.–YIN, J.–ZHANG, C. (2021): An improved method for urban built-up area extraction supported by multi-source data *Sustainability* 13: 5042. <https://doi.org/10.3390/su13095042>
- LOPEZ, R.–HYNES, H. P. (2003): Sprawl in the 1990s: measurement, distribution, and trends *Urban Affairs Review* 38 (3): 325–355. <https://doi.org/10.1177/1078087402238805>

- LILLESAND, T. M.–KIEFER, R. W.–CHIPMAN, J. W. (2015): *Remote sensing and image interpretation* (7th ed.), Wiley.
- MOLNÁR, G. (2015): *Városklimatológiai karakterisztikák vizsgálata Budapestre Landsat műboldképek alapján (Diplomamunka)* Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Földrajzi- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék.
- NAGY-SZIJÁRTÓ, B. CS.–SZALMÁNÉ CSETE, M. (2023): A fenntartható településfejlesztés vizsgálata a Velencei-tó térségében *Modern Geográfia* 18 (1): 1–26. <https://doi.org/10.15170/MG.2023.18.01.01>
- NILSSON, K.–NIELSEN, T. S.–AALBERS, C.–BELL, S.–CHERY, J. P.–FERTNER, C.–GROSCHOWSKI, M.–HAASE, D.–LOIBL, W. (2014): Strategies for sustainable urban development and urban-rural linkages *European Journal of Spatial Development* 1: 1–25. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5079562>
- ROUSE, J. W.–HAAS, R. H.–SCHELL, J. A.–DEERING, D. W. (1973): *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS* Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, pp. 309–317.
- SARKER, T.–FAN, P.–MESSINA, J. P.–MUJAHID, N.–ALDRIAN, E.–CHEN, J. (2004): Impact of urban built-up volume on urban environment: a case of Jakarta *Sustainable Cities and Society* 105: 105346. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105346>
- SCHIAVINA, M.–MELCHIORRI, M.–CORBANE, C.–FREIRE, S.–BATISTA E SILVA, F. (2022): Built-up areas are expanding faster than population growth: regional patterns and trajectories in Europe *Journal of Land Use Science* 17 (1): 591–608. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2022.2055184>
- SCHMELLER, D. (2021): Taktikai városfejlesztés – Új gyakorlat megjelenése a városi zöldfelületek létrehozásában *Modern Geográfia* 16 (1): 81–106. <https://doi.org/10.15170/MG.2021.16.01.05>
- SZALAI, Á.–FABULA, SZ. (2021): Az okos vidékfejlesztés lehetőségei és korlátai Magyarországon *Modern Geográfia* 16 (1): 59–79. <https://doi.org/10.15170/MG.2021.16.01.04>
- SZIRMAI, V. (2011): A nagyváros szélén: A városi terjeszkedés térbeli társadalmi problémái *Tér és Társadalom* 25 (1): 20–41. <https://doi.org/10.17649/TET.25.1.1771>
- TONNE, C.–ADAIR, L.–ADLAKHA, D.–ANGUELOVSKI, I.–BELESOVA, K.–BERGER, M.–BRELSFORD, C.–DADVAND, P.–DIMITROVA, A.–GILES-CORTI, B.–HEINZ, A.–MEHRAN, N.–NIEUWENHUIJSEN, M.–PELLETIER, F.–RANZANI, O.–RODENSTEIN, M.–RYBSKI, D.–SAMAVATI, S.–SATTERTHWAITE, D.–ADLI, M. (2021): Defining pathways to healthy sustainable urban development *Environment International* 146: 106236. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106236>
- VASZÓCSIK, V. (2017): Meddig nőhetnek a városok? – A területhasználatváltozási folyamatok modellezése. *Területi Statisztika* 57 (2): 205–223. <https://doi.org/10.15196/TS570205>
- ZHANG, Y.–JOINER, J.–GENTINE, P.–ZHOU, S. (2018): A global spatially contiguous solar-induced fluorescence (CSIF) dataset using neural networks *Biogeosciences* 15 (19): 5779–5800. <https://doi.org/10.5194/bg-15-5779-2018>

INTERNETES HIVATKOZÁS

EUROPEAN COMMISSION [EC] (2025): *Urban agenda for the EU: compact cities – sustainable urban planning and sprawl mitigation. Ex-ante assessment.*
https://urban-agenda.eu/sites/default/files/2025-05/urban_agenda_ex-ante_assessment.pdf (letöltve: 2025. június)

ADATBÁZISOK/ HONLAPOK

- [1] EGYESÜLT ÁLLAMOK GEOLÓGIAI SZOLGÁLATA [USGS] (2024): *Home. U.S. Geological Survey.* <https://www.usgs.gov> (letöltve: 2025. január)
- [2] EURÓPAI ŰRÜGYNÖKSÉG (ESA): <https://www.esa.int> (letöltve: 2025. január)
- [3] KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL [KSH] (2024): *Tájékoztatósi adatbázis.* <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo/> (letöltve: 2025. január)