4D 80, 34–55. (2026)

DOI: HTTPS://DOI.ORG/10.56617/4D.80.7487

A ZÖLDINFRASTRUKTÚRA-HÁLÓZATOK RENDSZERSZINTŰ ÉRTELMEZÉSE ÉS TÉRBELI SZERVEZŐDÉSE

Létrehozásuk miértje, helye és módja

SYSTEM-LEVEL INTERPRETATION AND SPATIAL ORGANIZATION OF GREEN INFRASTRUCTURE NETWORKS

Rationale, Location, and Implementation

SZILVÁCSKU MIKLÓS ZSOLT | BALOGH ÁBRIS

ABSZTRAKT

A zöldinfrastruktúra - mint holisztikus és természetalapú tervezési paradigma - az ökológiai folyamatokat, valamint az ökoszisztéma-szolgáltatásokat integrálja az urbanizált térbe, ezzel reagálva a klímaváltozás, az urbanizáció és társadalmi problémák okozta komplex kihívások kezelésére. A zöldinfrastruktúra vizsgálatakor három alapvető kérdésre kell keresni a választ: miért, hol és hogyan alkalmazzuk a zöldinfrastruktúra-elemeket. Azaz milyen motivációk, módszerek és térbeli kontextusok jellemzik a zöldinfrastruktúra-elemek alkalmazását történeti és kortárs perspektívában?

A zöldinfrastruktúra-elemek nem csupán statikus „zöld foltok", „esztétikai kiegészítők", amelyek passzívan jelennek meg a beépített környezetben, hanem fejlődő, dinamikus, funkcionális rendszerek, amelyek aktívan reagálnak a környezeti és társadalmi változásokra. A zöldinfrastruktúra egy olyan integrált rendszerré vált, amely hozzájárul többek között az ökológiai rendszer stabilitásához, a biodiverzitás fenntartásához, a városi klíma szabályozásához, a vízgazdálkodáshoz, valamint a hőstressz csökkentéséhez, ezáltal a településen élők életminőségének javításához. A zöldinfrastruktúra folyamatos fejlődése tehát az épített és a természeti környezet közötti szinergiák kialakulására épül.

Kulcsszavak: zöldinfrastruktúra, zöldinfrastruktúra-hálózat, ökoszisztéma-szolgáltatás, fenntarthatóság

BEVEZETÉS

A kutatás célja a zöldinfrastruktúra-hálózatok rendszerszintű értelmezésének feltárása, különös tekintettel azok térbeli szerveződésére, valamint arra, hogy milyen motivációk, tervezési megközelítések és térbeli kontextusok

ABSTRACT

Green infrastructure—as a holistic and nature-based planning paradigm—integrates ecological processes and ecosystem services into the urbanized environment, thereby addressing the complex challenges posed by climate change, urbanization, and social issues. In examining green infrastructure, three fundamental questions must be addressed: why, where, and how green infrastructure elements are applied. That is, what motivations, methodologies, and spatial contexts characterize the application of green infrastructure elements from both historical and contemporary perspectives.

Green infrastructure elements are not merely static "green patches" or "aesthetic additions" that passively appear within the built environment; rather, they constitute evolving, dynamic, and functional systems that actively respond to environmental and social changes. Green infrastructure has thus developed into an integrated system that contributes, among other functions, to the stability of ecological systems, the maintenance of biodiversity, urban climate regulation, water management, and the mitigation of heat stress, thereby improving quality of life for urban inhabitants. The continuous development of green infrastructure is therefore grounded in the emergence of synergies between the built and natural environments.

Keywords: green infrastructure, green infrastructure network, ecosystem services, sustainability

INTRODUCTION

The aim of this research is to explore the system-level interpretation of green infrastructure networks, with particular emphasis on their spatial organization, as well as the motivations, planning approaches, and spatial contexts that determine the design and functioning of green infrastructure elements. The study places special emphasis on interpreting green infrastructure not merely as a collection of individual green spaces, but as an interconnected network system.

Although the study primarily focuses on urban green infrastructure, its functioning cannot be adequately understood without considering its close ecological and functional relationships with peri-urban and rural green space elements. The transitions and linkages between urban and non-urban elements constitute an integral part of network operation; therefore, their consideration is essential for a system-level interpretation.

The research applies a qualitative, literature-based approach. The analysis is based on an extensive review of both national and international literature, including journal articles, review papers, as well as policy documents and case studies. Beyond the primary sources, the analysis also encompasses additional relevant works identified through their references, thereby ensuring a comprehensive scientific foundation for the examined field. The reviewed literature primarily focuses on the conceptual interpretation of green infrastructure, the assessment of ecosystem services, and network- and spatial-based approaches, with particular regard to the urban scale and issues related to climate adaptation and quality of life.

THEORETICAL BACKGROUND

The fundamental components of green infrastructure are constituted by green spaces. However, both national and international scholarly literature emphasize the necessity of a conceptual distinction between these two terms (Tzoulas et al., 2007; Benedict et al., 2006; Ahern, 2007; Hansen et al., 2014; Haase et al., 2014). A systematic review examining the interpretation of green infrastructure (Yao et al., 2025) highlights that a significant proportion of research treats the concepts of "green spaces" and "green infrastructure" separately, a finding corroborated by another review analyzing scientific publications (Jato-Espino et al., 2023). This perspective is further reinforced by Ross et al. (2016) in their work "Green infrastructure and ecosystem services – is the devil in the detail?", which emphasizes that green infrastructure can be interpreted as a strategically organized network of green spaces. A similarly comprehensive approach is provided in the doctoral dissertation by Balázs Almási, "Methodological development of green network planning based on the example of the peri-urban area of Budapest" (Almási, 2007), which discusses in detail the concepts of green space and green infrastructure, as well as their characteristics and interpretative frameworks.

Numerous definitions of green infrastructure have emerged over recent decades, making it difficult for a single definition to encompass all of its aspects. Nevertheless, contemporary interpretations by researchers and practitioners most commonly align with the definition proposed by the European Commission (2013), according to which "green infrastructure" refers to a strategically

határozzák meg a zöldinfrastruktúra-elemek kialakítását és működését. A kutatás kiemelt hangsúlyt helyez arra, hogy a zöldinfrastruktúra ne pusztán egyedi zöldfelületek összességeként, hanem hálózati rendszerként kerüljön értelmezésre.

A tanulmány elsősorban a városi zöldinfrastruktúrára fókuszál, ugyanakkor annak működése nem értelmezhető a külterületi zöldfelületi elemekkel fennálló szoros ökológiai és funkcionális kapcsolatok figyelembevétele nélkül. A városi és külterületi elemek között fennálló átmenetek és kapcsolatok a hálózati működés szerves részét képezik, ezért azok figyelembevétele elengedhetetlen a rendszerszintű értelmezés során.

A kutatás szakirodalmi alapú, kvalitatív megközelítést alkalmaz. A vizsgálat során kiterjedt hazai és nemzetközi szakirodalom feldolgozására került sor, beleértve a folyóiratcikkeket, review tanulmányokat, valamint szakpolitikai dokumentumokat és esettanulmányokat. Az elemzés a kiinduló források mellett azok hivatkozásain keresztül feltárt, a témához szorosan kapcsolódó további releváns munkákra is kiterjedt, ezáltal biztosítva a vizsgált terület átfogó tudományos megalapozását. A feldolgozott irodalmak fókuszában elsősorban a zöldinfrastruktúra fogalmi értelmezése, az ökoszisztéma-szolgáltatások vizsgálata, valamint a hálózati és térbeli megközelítések állnak, különös tekintettel a városi léptékre és a klímaadaptációs, illetve életminőséghez kapcsolódó kérdésekre.

ELMÉLETI HÁTTÉR

A zöldinfrastruktúra alapvető elemeit a zöldfelületek alkotják. A hazai és nemzetközi szakirodalomban több átfogó, áttekintő tanulmány is hangsúlyozza a két fogalom fogalmi elkülönítésének szükségességét (Tzoulas et al. 2007, *Benedict et al 2006,* Ahern 2007, Hansen et al, 2014, Haase et al. 2014). A zöldinfrastruktúra értelmezésével foglalkozó irodalmakat szisztematikusan áttekintő tanulmány (Yao et al. 2025) rámutat arra, hogy a kutatások jelentős része külön kezeli a „green spaces" és a „green infrastructure" fogalmát, amit egy másik, publikációkat feldolgozó review tanulmány is megerősít (Jato-Espino et al. 2023). Ezt a megközelítést erősíti Ross et al. (2016) „Green infrastructure and ecosystem services – is the devil in the detail?" című munkája is, amely kiemeli, hogy a zöldinfrastruktúra a zöldfelületek stratégiailag szervezett hálózataként értelmezhető. Hasonlóan átfogó megközelítést nyújt Almási Balázs „A zöldhálózat-tervezés metodikai fejlesztése Budapest peremterületének példáján" című doktori értekezése (Almási 2007), amely részletesen tárgyalja a zöldfelület és a zöldinfrastruktúra fogalmát, valamint azok jellemzőit és értelmezési lehetőségeit.

A zöldinfrastruktúra fogalmának az elmúlt évtizedekben számos meghatározása született, ezért egyetlen definícióval nehéz annak minden aspektusát lefedni. Ennek ellenére a kutatók és a tervezők értelmezése ma leggyakrabban az European Commission (2013) által megfogalmazott definícióhoz igazodik, amely szerint *„zöldinfrastruktúrának nevezzük azokat a természetes és félig természetes területeket, valamint egyéb növényzettel fedett és ökológiai funkciót betöltő területek stratégiailag megtervezett hálózatát, amelyet úgy terveztek és irányítanak, hogy széleskörű ökoszisztéma-szolgáltatások nyújtására legyenek képesek."* (European Commission. 2013)

A legtöbb nemzetközi szakirodalmi megközelítés (pl. European Commission, 2013; Benedict et al. 2006) a zöldinfrastruktúra elemei közé sorolja a természetes és féltermészetes élőhelyeket (például erdők, gyepek, rétek, vizes élőhelyek, valamint folyók, tavak és azok parti sávjai), a városi zöldfelületeket (például parkok, közkertek, fasorok, utcai zöldsávok, kertek, valamint zöldfelületi intézmények mint temetők és kórházkertek), továbbá a kifejezetten zöldinfrastruktúra-funkciók ellátására létrehozott, ember által kialakított elemeket, amelyek nem természetes eredetűek, hanem természetalapú megoldások logikáját követve tudatosan tervezett és beépített rendszerelemek (például zöldtetők, zöldhomlokzatok és esőkertek), valamint az ezek közötti ökológiai és funkcionális kapcsolatokat biztosító hálózati elemeket.

Az előbbiekben tárgyalt irodalmak alapján megállapítható, hogy a zöldfelület a település növényzettel borított, lehatárolható elemeit jelenti, amelyek elsősorban fizikai kiterjedésük és elhelyezkedésük alapján írhatók le. Fontos kiemelni, hogy az egyes zöldfelületek önmagukban is lehetnek multifunkcionálisak és képesek ökoszisztéma-szolgáltatások nyújtására (pl. hűtőhatás, levegőminőség-javítás, rekreáció, csapadékmegtartás). A zöldinfrastruktúra ezen elemek stratégiailag tervezett, funkcionálisan integrált rendszere, amely a kapcsolatok és hálózati összefüggések révén az ökoszisztéma-szolgáltatások térbeli hatékonyságát és sokrétűségét erősíti. A két fogalom között ugyan átfedés és részleges terminológiai bizonytalanság figyelhető meg, a zöldinfrastruktúra azonban tágabb, rendszerszintű értelmezési keretet képvisel, amely a zöldfelületek kapcsolatrendszerére és funkcionális integrációjára helyezi a hangsúlyt.

planned network of natural and semi-natural areas, as well as other vegetated and ecologically functional spaces, designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services (European Commission, 2013).

Most international scholarly approaches (e.g. European Commission, 2013; Benedict et al., 2006) classify the elements of green infrastructure as including natural and semi-natural habitats (such as forests, grasslands, meadows, wetlands, as well as rivers, lakes, and their riparian zones), urban green spaces (such as parks, public gardens, tree-lined streets, green corridors, private gardens, and institutional green spaces such as cemeteries and hospital gardens), as well as purpose-built, human-designed elements created specifically to perform green infrastructure functions. These latter elements are not of natural origin, but are consciously designed and integrated system components following the logic of nature-based solutions (such as green roofs, green façades, and rain gardens), together with the network elements that ensure ecological and functional connectivity between them.

Based on the literature discussed above, it can be concluded that green space refers to the vegetated, spatially delineable elements of a settlement, which can primarily be described in terms of their physical extent and location. It is important to emphasize that individual green spaces may themselves be multifunctional and capable of providing ecosystem services (e.g. cooling effects, air quality improvement, recreation, and stormwater retention). Green infrastructure, in contrast, represents the strategically planned and functionally integrated system of these elements, in which connections and network relationships enhance the spatial efficiency and multifunctionality of ecosystem service provision. Although there is some overlap and partial terminological ambiguity between the two concepts, green infrastructure represents a broader, system-level interpretative framework that emphasizes the relationships and functional integration of green spaces.

The multifunctionality of green spaces has been addressed in numerous studies and systematic literature reviews (Jato-Espino et al., 2023; Yao et al., 2025; Farkas et al., 2023), which assess, map, and empirically substantiate the ecosystem services, values, and beneficial impacts of green spaces using scientific methods. Among others, reports by the European Environment Agency (2022) clearly demonstrate that green infrastructure elements are highly effective in addressing current and future urban challenges, such as stormwater management, climate change adaptation, improvements to quality of life, recreation, and the creation of healthy urban environments.

Urban green infrastructure and its networked organization lie at the intersection of 21st-century urban ecology, landscape ecology, urban planning, and climate adaptation. The interdisciplinary approach to the ecological, social, and economic functions of green spaces is increasingly becoming a fundamental principle in urban development practices. Scientific studies, research outputs, publications, case studies, and theoretical frameworks provide a relevant basis for examining the structured system of green spaces not only quantitatively, but also qualitatively and in terms of their interconnections. Furthermore, advances in geographic information systems and network theory enable the quantitative analysis of green infrastructure and the modeling of ecological connectivity between its individual elements.

RATIONALE AND IMPACTS OF URBAN GREEN INFRASTRUCTURE APPLICATION

In examining urban green infrastructure, it is essential to understand the environmental, social, and economic drivers and motivations underlying development initiatives. Approximately 45% of the world's population and 39% of the European Union's population reside in urban areas, with a further 36% of the EU population living in small towns and peri-urban agglomerations (United Nations, 2025; EU, 2026). Consequently, the deliberate application of green infrastructure in urban environments is of particular importance.

Through the application of nature-based solutions and ecosystem services, urban green infrastructure elements significantly contribute to the development of sustainable and liveable settlements (Figure 1). Among other functions, they can improve air quality, regulate temperature (thereby mitigating the urban heat island effect), and support stormwater management. They also contribute to the conservation and enhancement of biodiversity by providing habitats for urban flora and fauna, including living, feeding, migratory, and breeding spaces. In addition, they offer recreational areas that can help improve both the physical and mental health of urban populations (European Environment Agency, 2021; UNECE n.d.).

1. ábra/Fig. 1: Ökoszisztéma-szolgáltatások típusai / *Types of Ecosystem Services*
FORRÁS/*SOURCE:* TEEB EUROPE / *TEEB EUROPE*



A zöldfelületek multifunkcionalitásával számos kutatás és szisztematikus szakirodalmi áttekintés (Jato-Espino et al. 2023; Yao et al. 2025; Farkas et al. 2023) foglalkozik, amelyek a zöldfelületek ökoszisztéma-szolgáltatásait, értékeit és kedvező hatásait mérik fel, térképezik, majd tudományos módszerekkel alátámasztott adatokkal igazolják azokat. Többek között az Európai Környezetvédelmi Ügynökség jelentései egyértelműen bizonyítják, hogy a városok jelenlegi és jövőbeni kihívásainak – például a csapadékvíz-gazdálkodás, az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás, az életminőség javítása, a rekreáció és az egészséges városi környezet kialakítása – kezelésében a zöldinfrastruktúra elemei kiemelkedően hatékonyak (European Environment Agency. 2022).

A városi zöldinfrastruktúra és annak hálózatos szerveződése a 21. századi városökológia, tájökológia, településtervezés és klímaadaptáció metszéspontjában helyezkedik el. A zöldfelületek funkcióinak – ökológiai, társadalmi és gazdasági – interdiszciplináris megközelítése egyre inkább alapelvvé válik a településfejlesztési gyakorlatokban. A tudományos munkák, kutatások, publikációk, esettanulmányok és elméleti alapok releváns keretet biztosítanak ahhoz, hogy a zöldfelületek strukturált rendszerét ne csak mennyiségileg, hanem minőségileg és kapcsolatrendszerük szerint is vizsgáljuk. Emellett a térinformatikai és hálózatelméleti módszerek fejlődése lehetővé teszi a zöldinfrastruktúra kvantitatív vizsgálatát és az egyes elemek közötti ökológiai konnektivitás modellezését is.

A TELEPÜLÉSI ZÖLDINFRASTRUKTÚRA ALKALMAZÁSÁNAK INDOKA ÉS HATÁSAI

A települési zöldinfrastruktúra vizsgálata során elengedhetetlen annak megértése, hogy a fejlesztések hátterében milyen környezeti, társadalmi és gazdasági indokok, motivációk állnak. A világ népességének 45%-a, az Európai Unió 39%-a (további 36%-a kisvárosokban és agglomerációban él) városlakó *(United Nations 2025, EU 2026),* ezért a zöldinfrastruktúra tudatos alkalmazása a városi környezetben különösen fontos.

A városi zöldinfrastruktúra-elemek természeti megoldások, ökoszisztéma-szolgáltatások alkalmazásával nagymértékben hozzájárulnak a fenntartható, élhető települések kialakításához (1. ábra). Többek között javíthatják a levegőminőséget, képesek a hőmérséklet szabályozására (hősziget-hatás mérséklése) és a csapadékvíz-gazdálkodásra, a biológiai sokféleség megőrzésére és javítására, élő-, táplálkozási-, vándorlási- és szaporodási helyet biztosíthatnak a települések állat- és növényvilágának, valamint rekreációs célterületeket is kínálhatnak, amellyel az emberek fizikai és mentális egészségének javításához is képesek hozzájárulni (European Environment Agency 2021, UNECE (n.d.). Az Európai Unió szakpolitikai dokumentumai is megerősítik, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások nem csupán környezeti, hanem gazdasági és társadalmi szempontból is kulcsfontosságúak, és azok integrálása a tervezési és döntéshozatali folyamatokba elengedhetetlen (European Commission 2019).

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (European Environment Agency. 2022) és egyéb kutatások támasztják alá, hogy önmagában már a zöld környezet pozitív hatással bír az emberek egészségére. Új zöldfelületek kialakításával vagy zöldfelületekben gazdag településrészeken csökkenhet a bűnözés és a vandalizmus *(Ross et al, 2016).* A zöldfelületekre, fákra való rálátás jótékony hatást gyakorol a fizio-pszichológiai stresszre is. Emellett a városi zöldinfrastruktúra erősíti a közösségi összetartozást, támogatja a civil, önkéntes kezdeményezéseket és segít csökkenteni a társadalmi kirekesztést és az elszigeteltséget. Mindezek fizikai, pszichológiai, érzelmi és társadalmi-gazdasági értelemben egyaránt pozitív hatással vannak az egyénre és a közösségekre (*Anderson et al. 2014,* Zelenák 2018). A városi élelmiszertermelésben és az oktatásban (környezeti tudatosság növelése) meghatározó szerepet tölthetnek be a közösségi kertek, amelyek javítják a városi életminőséget, miközben erősítik a helyi közösségek együttműködését és identitását (Fáczányi 2017, Faurest 2010). A zöldinfrastruktúra emellett összekapcsolja a városi és vidéki térségeket, valamint vonzó lakó- és munkakörnyezetet teremthet.

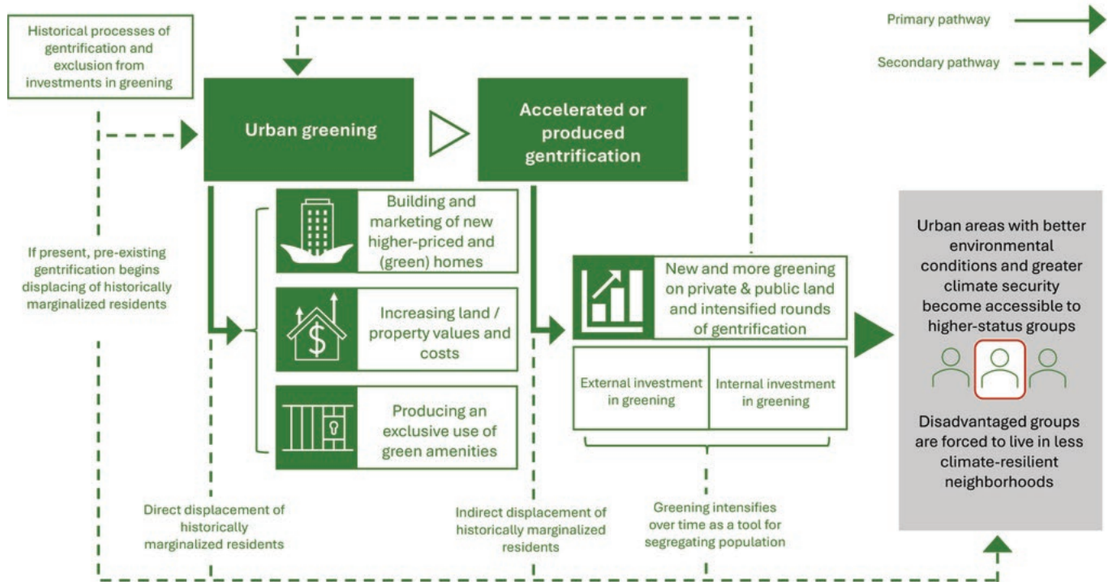
A zöldinfrastruktúra beruházásoknak, a városi szabadterek zöldfelületi fejlesztésének a szűkebb és a tágabb környezet ingatlanáraiban egyértelműen kimutatható ingatlanérték-növelő hatásuk van (Takács 2016), vagy legalábbis annyiban, hogy olyan tényezők válnak láthatóvá, amelyek az emberek számára fontosak (környezet, esztétika, komfort, energiahatékonyság). Az értéknövelő hatás legerősebben a parkok, közkertek, fasorok és rendezett utcák közvetlen környezetében érvényesül, ugyanakkor a kedvező hatás a tágabb környezet ingatlanáraiban is érzékelhető. (BFVT Kft. 2017) Egy szakirodalmi áttekintéseket összegző tanulmány (Perivoliotis et al. 2023) szerint az

European Union policy documents further confirm that ecosystem services are not only of environmental importance, but are also crucial from economic and social perspectives, and that their integration into planning and decision-making processes is essential (European Commission, 2019).

The European Environment Agency (European Environment Agency, 2022) and other studies confirm that the presence of green environments alone has a positive effect on human health. The creation of new green spaces or the presence of green space–rich urban districts may help reduce crime and vandalism (Ross et al., 2016). Visual exposure to green spaces and trees also has a beneficial effect on physiological and psychological stress. In addition, urban green infrastructure strengthens social cohesion, supports civic and voluntary initiatives, and helps reduce social exclusion and isolation. These effects are collectively positive at physical, psychological, emotional, and socio-economic levels, both for individuals and communities (Anderson et al., 2014; Zelenák, 2018). Community gardens may play a significant role in urban food production and education (including the enhancement of environmental awareness), improving urban quality of life while simultaneously strengthening cooperation and identity within local communities (Fáczányi, 2017; Faurest, 2010). Green infrastructure can also connect urban and rural areas and help create attractive residential and working environments.

Green infrastructure investments and the development of urban open green spaces have been shown to have a clear positive impact on property values in both their immediate and broader surroundings (Takács, 2016), or at least to highlight environmental, aesthetic, comfort-related, and energy-efficiency factors that are important to residents. The value-increasing effect is most pronounced in the immediate vicinity of parks, public gardens, tree-lined streets, and well-maintained urban spaces; however, positive effects can also be observed in the wider property market context (BFVT Kft., 2017). According to a review of the literature (Perivoliotis et al., 2023), green infrastructure elements integrated into properties (e.g. gardens, green roofs, green façades) may provide additional recreational and energy-related benefits. However, beyond their positive impacts, green infrastructure systems may furthermore generate negative consequences. In addition to ecosystem services, so-called

2. ábra/Fig. 2: Mit értünk zöld dzsentrifikáción? / *What is meant by green gentrification?*
FORRÁS/*SOURCE:* SAJÁT SZERKESZTÉS, ANGUELOVSKI ET AL. 2024 ANYAGA ALAPJÁN / *CREATED BY THE AUTHORS, BASED ON ANGUELOVSKI ET AL., 2024*



ingatlan részeként megjelenő zöldinfrastruktúra-elemek (pl.: kert, zöldtető, zöldhomlokzat) további rekreációs és energetikai előnyöket is nyújthatnak.

Ugyanakkor a zöldinfrastruktúrának a pozitív hatásain kívül negatív következményei is lehetnek. Az ökoszisztéma-szolgáltatások mellett előfordulhatnak úgynevezett ökoszisztéma-disszolgáltatások is (Lyytimäki et al. 2009). A zöldinfrastruktúra-elemek elősegíthetik az egyes kártevő rovarok, állatok és invazív növényfajok terjedését, az allergén pollenek fokozását. Emellett az infrastruktúrában is károkat okozhatnak (pl.: lehulló ágak, fák gyökerei okozta problémák), illetve bizonyos zöldfelületek (pl.: városi parkok) a bűnözés helyszíneként is funkcionálhatnak. A zöldinfrastruktúra fejlesztések által érintett városrészekben az ingatlan árak növekedése társadalmi egyenlőtlenségekhez, illetve a lakhatási hozzáférhetőség romlásához is vezethet. Ezt a folyamatot „zöld dzsentrifikáció"-nak nevezzük (*Lei et al. 2025,* Anguelovski 2024), amelynek a mechanizmusát a 2. ábra részletesen szemlélteti. A városi zöldítés folyamata egyrészt közvetlenül növeli az ingatlanértékeket és a lakhatási költségeket, másrészt új, magasabb státuszú lakókat célzó fejlesztéseket generál. A 2. ábrán jól követhető, hogy ezek a változások egyszerre vezetnek közvetlen és közvetett kiszorításhoz, miközben a zöldfelületek bővülése további befektetéseket vonz, így önmagát erősítő folyamattá válik. Ennek eredményeként a jobb környezeti adottságú, klímabiztosabb városrészek egyre inkább a magasabb státuszú csoportok számára válnak elérhetővé, míg a hátrányos helyzetű csoportok kiszorulnak ezekről a területekről.

Fontos kiemelni, hogy sok esetben nem maga a zöldinfrastruktúra a probléma, hanem a rossz tervezés vagy fenntartás (pl.: elhanyagolt parkok a bűnözés helyszínei lehetnek; nem megfelelő fahely kialakítása okozta burkolat-, közmű-sérülés stb.), vagy éppen a társadalmi-gazdasági összefüggések ignorálása, azaz a tervezők vagy a döntéshozók nem veszik figyelembe, hogy az adott beavatkozás miként hat az ott élő emberekre, a helyi közösségekre, a természetre és a gazdasági viszonyokra.

Az Európai Unió stratégiai dokumentuma (European Commission 2013) szerint a zöldinfrastruktúra azon az elven alapul, hogy a természet és a természetes folyamatok megőrzése, védelme és javítása, illetve az emberi társadalom számára a természetből származó számos előny tudatosan integrálódik a terület-, és településrendezésbe és a -fejlesztésbe. A zöldinfrastruktúra számos előnyt kínál ecosystem disservices may also occur (Lyytimäki et al., 2009). Green infrastructure elements may facilitate the spread of certain pest insects, animals, and invasive plant species, as well as increase allergenic pollen concentrations. They may additionally cause damage to infrastructure (e.g. falling branches or problems caused by tree root systems), and certain green spaces (e.g. urban parks) may also serve as locations for criminal activity.

Furthermore, green infrastructure development may lead to social inequalities and reduced housing affordability in affected urban areas due to rising property prices. This process is referred to as "green gentrification" (Lei et al., 2025; Anguelovski, 2024), and its mechanism is illustrated in detail in Figure 2. The process of urban greening both directly increases property values and housing costs, and indirectly generates new developments targeting higher-status residents. As shown in Figure 2, these changes simultaneously lead to both direct and indirect displacement, while the expansion of green spaces attracts further investment, resulting in a self-reinforcing cycle. Consequently, urban areas with improved environmental quality and higher climate resilience increasingly become accessible primarily to higher-status groups, while disadvantaged populations are displaced from these areas.

It is important to emphasize that in many cases the problem does not lie in green infrastructure itself, but rather in inadequate design or maintenance (e.g. neglected parks becoming sites of criminal activity, inappropriate tree pit design, etc.), or in the neglect of socio-economic interrelations, meaning that planners or decision-makers fail to consider how a given intervention affects local residents, communities, the natural environment, and economic conditions.

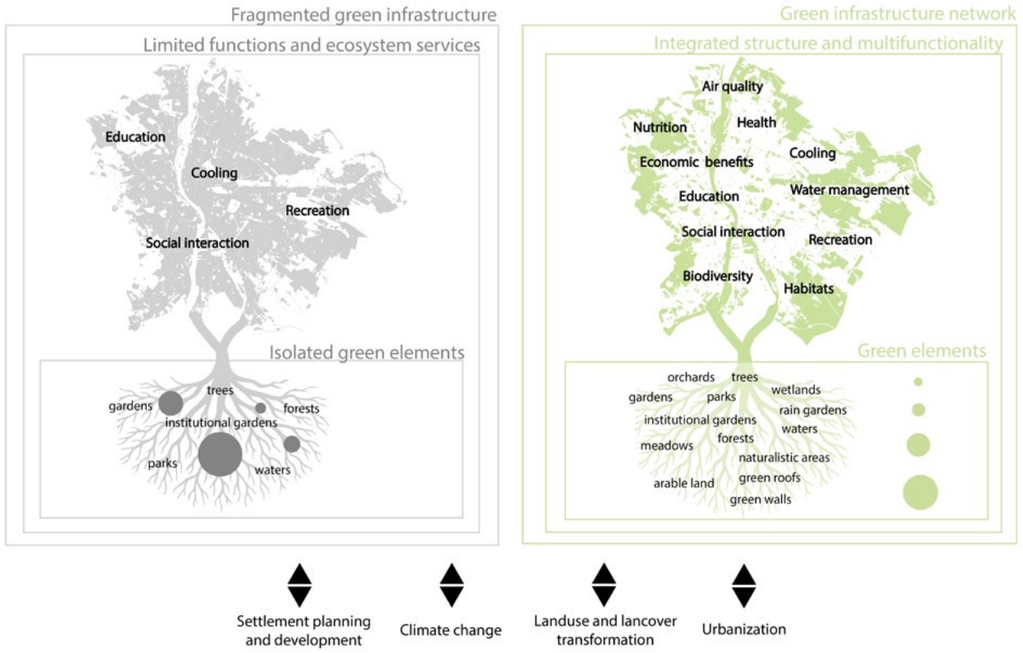
According to the European Union's strategic document (European Commission, 2013), green infrastructure is based on the principle that the conservation, protection, and enhancement of nature and natural processes, as well as the conscious integration of the multiple benefits derived from nature for human society, are incorporated into spatial planning and territorial development. Green infrastructure offers a wide range of advantages compared with so-called gray infrastructure, which typically serves a single function. Green infrastructure strongly supports the effective implementation of policies whose objectives can be fully or partially achieved through nature-based solutions. Green infrastructure investments generally provide high returns. As a result, in recent years, an increasing number of municipal governments have recognized that the protection of natural capital and the creation of liveable settlements can be ensured through green infrastructure investments. Accordingly, the European Union and numerous municipalities have developed strategies and implementation roadmaps, and green infrastructure elements are increasingly emphasized in legislation as well as in urban development and spatial planning documents. It is essential that green infrastructure developments form coherent systems and networks. For this, it is indispensable that such networks first emerge at the local level, and subsequently become organically integrated into regional, national, and ultimately transboundary systems (European Commission, 2013).

The intensive growth of settlements, the increasing proportion of built-up areas, the coalescence of certain urban areas, and the rapid pace of climate change adaptation pose significant challenges for urban planners in determining where and how—i.e. through which methods and in which spatial contexts—green infrastructure can be expanded. The rapid development of science and technology is helping to fuel the increasingly widespread adoption of innovative solutions in densely built urban environments, aimed at increasing the proportion of green spaces and creating climate-adaptive, multifunctional public spaces. These solutions include, among others, various types of green roofs and green façades applied to buildings and structures, as well as multifunctional green spaces that play a significant role in stormwater management and recreation. The diversity of green infrastructure elements has significantly expanded in recent years, and ongoing scientific and technological progress is expected to result in the emergence of further, even more efficient nature-based solutions in the near future (Lei et al., 2025).

GREEN INFRASTRUCTURE AS A NETWORK

In addition to research on the multifunctionality of green infrastructure, the exploration and analysis of the relationships between system components is of particular importance. The degree of multifunctionality and connectivity is closely interrelated. The beneficial ecological, climatic, and social effects of green infrastructure elements are most effectively realized when they form a spatially and functionally connected, coherent network (European Commission, 2013).

3. ábra/Fig. 3: A zöldinfrastruktúra hatékonysága elszigeteltség és hálózatosság alapján / *The efficiency of green infrastructure based on isolation and connectivity*
FORRÁS/SOURCE: SAJÁT SZERKESZTÉS / *CREATED BY THE AUTHORS*



a szürke infrastruktúrával szemben. A zöldinfrastruktúra nagyban támogatja azoknak a szakpolitikáknak a hatékony megvalósítását, amelyek céljai részben vagy teljes mértékben természetalapú megoldásokkal érhetők el. A zöldinfrastruktúra-fejlesztések általában magas megtérülést kínálnak. Ennek következményeként az elmúlt években egyre több városvezetés jött rá arra, hogy a természeti tőke védelmét, az élhető települések kialakítását zöldinfrastruktúra beruházásokkal lehet garantálni. Ennek érdekében az Európai Unió és számos település dolgozott ki stratégiákat, beavatkozási ütemterveket, valamint jogszabályokban, településfejlesztési és -rendezési dokumentumokban is egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a zöldinfrastruktúra-elemek. Fontos, hogy a zöldinfrastruktúra-fejlesztések rendszert, hálózatot alkossanak. Ehhez elengedhetetlen, hogy először helyi szinten alakuljon ki a hálózat, majd azok szervesen integrálódjanak a regionális, majd a nemzeti, majd pedig a határon átnyúló rendszerekbe (European Commission 2013).

A települések intenzív növekedése, az egyre nagyobb beépített területek aránya, illetve egyes települések összenövése, a klímaváltozáshoz való gyors ütemű alkalmazkodás miatt nagy kihívást jelent a településtervezőknek, hogy hol és hogyan, azaz milyen módszerekkel és milyen területen lehet növelni a zöldinfrastruktúrát. A tudomány és a technológia gyors ütemű fejlődése hozzájárul ahhoz, hogy a sűrűn beépített települési környezetben egyre szélesebb körben terjedjenek el azok az innovatív megoldások, amelyek a zöldfelületek arányának növelését és a klímaadaptív, multifunkcionális közterületek kialakítását célozzák. E megoldások közé tartoznak többek között a különféle épületeken, építményeken alkalmazható zöldtetők, zöldhomlokzatok vagy a csapadékvíz-gazdálkodásban, a rekreációban nagy szerepet betöltő multifunkcionális zöldfelületek. A zöldinfrastruktúra-elemek sokszínűsége az elmúlt években jelentősen bővült, és a tudomány, valamint a technológia fejlődése várhatóan újabb, még hatékonyabb természetalapú megoldások megjelenését eredményezi a közeljövőben *(Lei et al, 2025)*.

ZÖLDINFRASTRUKTÚRA MINT HÁLÓZAT

A zöldinfrastruktúra multifunkcionalitásának kutatása mellett kiemelt jelentőséggel bír a rendszert alkotó elemek közötti kapcsolatok feltárása és elemzése.

Continuous green infrastructure networks not only support habitat continuity and the sustainability of ecological processes, but also significantly contribute to urban resilience in the context of climate change impacts and to improving population quality of life (European Commission, 2013). The following figure (Figure 3) clearly illustrates that when organized into a network, green infrastructure elements function in a significantly more efficient and versatile manner than when they exist in isolation.

Green infrastructure elements together form a coordinated and ecologically sustainable system that supports the maintenance of urban ecosystem stability. Furthermore, the integration and networked organization of these elements enable the effective provision of ecosystem services within urban space, including, among others, air purification, water management, as well as the maintenance of biodiversity and recreational opportunities (European Commission, 2013).

The application of network theory and landscape ecology plays a particularly important role in the analysis of relationships between green spaces. In order to reduce ecological fragmentation and preserve biodiversity, green networks can operate in a coordinated and efficient manner, thereby ensuring a sustainable urban environment (Forman, 1995; Newman, 2010). A key concept in landscape ecology is the so-called “green corridor” or “ecological corridor,” which refers to the facilitation of flows between green space elements. This is particularly important for the movement of plants and animals, as well as for maintaining biodiversity. In urbanized environments, where natural areas are highly fragmented, the role of green corridors is critical. These corridors enable the conservation of biodiversity by connecting isolated habitats, thereby facilitating species mobility and ensuring the continuity of ecological relationships (Hilty et al., 2006).

Green infrastructure networks can be interpreted through both structural and functional approaches (Benedict et al., 2006; LaPoint et al., 2015; Ahern, 2007). The structural interpretation refers to the spatial pattern of physical “green” elements, that is, the spatial distribution and connectivity of green spaces, habitat patches, and corridors. A network is considered structurally connected if green elements are physically linked and form a continuous spatial system. The functional interpretation, in contrast, refers to the actual ecological and social functioning of green infrastructure, such as climate regulation, water retention, or the facilitation of species movement.

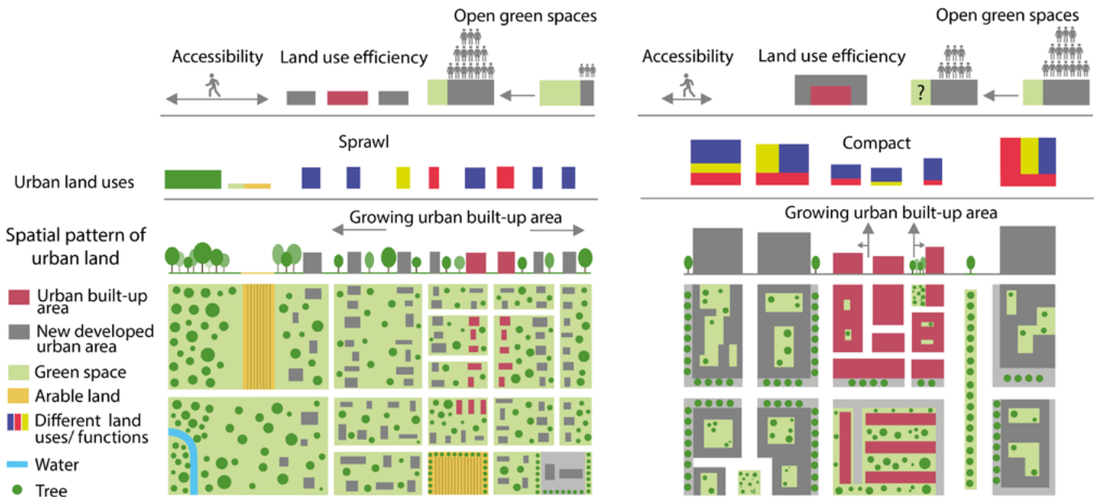
It is important to emphasize that functional connectivity may also exist in cases where structural continuity is not fully present, provided that ecological processes are still able to traverse the system. Conversely, the opposite may occur: spatially connected areas forming a structural network may fail to function effectively if, for example, the connecting corridor is too narrow or ecologically degraded. In such cases, functional connectivity is only partial or may be absent altogether.

In summary, structural connectivity analysis addresses the question of “Where are green infrastructure elements located and how are they spatially connected?”, while functional analysis focuses on “How do green infrastructure elements operate together, and what services do they provide?”. It can be concluded that the two approaches are complementary: the structural network provides the framework, while the functional perspective describes its operation (Lei et al., 2025; Hansen et al., 2014).

In the context of urban green infrastructure planning, a long-standing debate exists in the literature regarding whether fewer, large, contiguous green spaces or a larger number of smaller but well-connected elements provide more effective ecosystem services. A universal conclusion cannot be drawn, as effectiveness strongly depends on urban structure, ecological objectives, and spatial context. Nevertheless, the general direction of the scholarly consensus (Benedict et al., 2006; Forman, 1995; Tzoulas et al., 2007; Lei et al., 2025) indicates that the highest ecological and social efficiency is achieved through multi-scale, network-based green infrastructure systems. This approach combines the ecological stability of large core areas with the spatial accessibility and functional connectivity of smaller green patches, thereby promoting a more balanced urban distribution of ecosystem services and long-term sustainability.

In this context, the principles of land sharing and land sparing become relevant (Lei et al., 2025). The land-sharing approach is characterized by low-density, dispersed urban development, in which built-up areas are interspersed with smaller, interconnected green spaces. However, this spatial structure contributes to urban sprawl and reduces the extent of large, contiguous natural or semi-natural areas within the landscape. In contrast, the land-sparing approach promotes compact urban development, in which settlements grow in a more concentrated

4. ábra/Fig. 4: Földmegosztás és földmegtakarítás térszerkezeti összehasonlítása / *A spatial comparison of land distribution and land conservation*
SOURCE: CREATED BY THE AUTHORS



A multifunkcionalitás és az összekapcsoltság mértéke szorosan összefügg. A zöldinfrastruktúra-elemek kedvező ökológiai, klimatikus és társadalmi hatásai akkor érvényesülnek a leghatékonyabban, ha azok térben és funkcionálisan összekapcsolt, koherens hálózatot alkotnak (European Commission, 2013). Az egybefüggő zöldinfrastruktúra-hálózatok nemcsak az élőhelyek folytonosságát és az ökológiai folyamatok fenntarthatóságát támogatják, hanem nagymértékben hozzájárulnak a városi ellenálló képesség (klímaváltozás hatásai) és a lakosság életminőségének javításához is (European Commission 2013). Az alábbi ábra (3. ábra) jól szemlélteti, hogy a zöldinfrastruktúra-elemek hálózatba szerveződve sokkal hatékonyabban és sokoldalúbban működnek, mint elszigetleten.

A zöldinfrastruktúra-elemek együtt egy olyan összehangolt és ökológiailag fenntartható rendszert alkotnak, amelyek segítik a városi ökoszisztémák stabilitásának megőrzését. Emellett ezen elemek integrálása, hálózati szerveződése lehetővé teszi az ökoszisztéma-szolgáltatások hatékony megjelenését a városi térben, amely magában foglalja többek között a levegőtisztítást, a vízgazdálkodást, valamint a biodiverzitás és a rekreációs lehetőségek fenntartását (European Commission, 2013). A hálózatelmélet és a tájökológia alkalmazása a zöldfelületek közötti kapcsolatok vizsgálatában kiemelten fontos szerepet játszik. Az ökológiai fragmentáció csökkentése és a biológiai sokféleség megőrzése érdekében a zöldhálózatok összehangoltan és hatékonyan képesek működni, biztosítva a fenntartható városi környezetet *(Forman 1995, Newman 2010)*. A tájökológia egyik kulcsfogalma a „zöld-folyosó” vagy “ökológiai folyosó”, amely a zöldfelületek közötti áramlás biztosítását jelenti. Ez különösen fontos a növények és állatok mozgása, valamint a biodiverzitás fenntartása szempontjából. Az urbanizált környezetekben, ahol a természeti területek széttöredeznek, a zöldfolyosók szerepe létfontosságú. E folyosók teszik lehetővé a biológiai sokféleség megőrzését, mivel összekötik az izolált élőhelyeket, így elősegítik az élővilág mobilitását és biztosítják az ökológiai kapcsolatok folytatódását *(Hilty et al. 2006)*.

A zöldinfrastruktúra-hálózatok értelmezhetők strukturális és funkcionális megközelítésben is *(Benedict et al. 2006, LaPoint et al. 2015, Ahern 2007)*. A strukturális értelmezés a fizikai „zöld” elemek térbeli mintázatát, azaz a zöldfelületek, élőhelyfoltok és folyosók térbeli elhelyezkedését és kapcsolódását írja le. A hálózat akkor tekinthető strukturálisan összefüggőnek, ha a zöld elemek fizikailag kapcsolódnak egymáshoz, a térben összefüggő rendszert alkotnak. A funkcionális értelmezés a zöldinfrastruktúra valós ökológiai és társadalmi működését jelöli, mint például a klímaszabályozást, a vízmegtartást vagy az élőlények mozgását lehetővé tevő tényleges kapcsolatokat. Fontos kiemelni, hogy a funkcionális összekötés abban az esetben is fennállhat, ha a strukturális kapcsolat nem teljesen folytonos, de az ökológiai folyamatok még képesek átjutni rajta. Ez azonban fordított esetben is igaz lehet: előfordulhat, hogy két terület térben összekapcsolt, azaz strukturális hálózatot alkot, de például az összekapcsolódást

form with higher density. As a result, larger continuous non-built areas can be preserved in the urban periphery, which may benefit ecological networks as well as agricultural and recreational land uses. However, due to the increased density of built environments, less space remains available for the implementation and spatial connectivity of green infrastructure elements (Figure 4). Consequently, the capacity to provide urban ecosystem services becomes more limited. In densely built urban environments, the creation of new, large-scale green infrastructure elements primarily presents a challenge due to limited spatial availability. However, the improvement of green space provision and accessibility within compact urban fabrics can also be achieved through the reinterpretation and adaptive reuse of existing underutilized areas. In this context, the literature (Mathey et al., 2015) identifies brownfield sites as development locations with high potential, as these formerly industrial or economic areas—currently often underutilized—provide opportunities for the introduction of new green space functions and ecological functions.

Such sites are frequently characterized by spontaneous vegetation cover, where plant communities formed through natural succession may also be interpreted as potential components of urban green infrastructure networks. At the same time, due to their industrial legacy, they are often affected by soil contamination; therefore, their redevelopment requires remediation as a prerequisite, which is a complex, time- and cost-intensive process.

For these reasons, the literature emphasizes that urban green infrastructure development cannot rely exclusively on large-scale interventions, but that smaller-scale, multifunctional green space developments that strengthen network connectivity also play a key role (Hansen et al., 2014). These interventions collectively contribute to the functionality of the green infrastructure network, even if they appear individually to be of limited scale. In many cases, decision-makers tend to underestimate the benefits of smaller-scale green infrastructure projects, considering them insignificant compared to larger interventions, despite the fact that they play a decisive role in the construction and connectivity of green infrastructure networks.

With the progression of urbanization, cities continuously expand spatially, the proportion of built-up areas increases, population density rises, while the extent of undeveloped open spaces declines. All of this results in a decrease in the amount of public recreational green space per capita (Kabisch et al., 2015) (Figure 4). This process has a negative impact on green infrastructure, and consequently on urban microclimate, air quality, sustainability, and quality of life.

As a consequence of these dynamics, suburbanization intensifies: an increasing number of people move to the outskirts of large cities and into metropolitan agglomerations, in the hope of finding a more favorable, greener environment. In the short term, this may indeed improve the green space provision of the affected population, since outward migration temporarily reduces the number of urban residents, thereby increasing the per capita availability of public recreational green space. However, this may be misleading: the actual extent of green spaces does not necessarily increase, as already built-up areas remain unchanged; only a reduction in population leads to more favorable per capita indicators, while the urban spatial structure and green infrastructure themselves do not improve.

Those who relocate to the agglomeration—among other reasons, in search of greener environments, lower building density, and better perceived quality of life—may initially have easier access to larger, contiguous green areas, which are typically more abundant in peri-urban zones and often more quickly accessible. However, this situation may change relatively rapidly. If the population of suburban settlements continues to grow, further expansion of these settlements may lead to the conversion of additional open spaces into built-up areas. This process is also referred to as “suburban sprawl,” which generates the same problem as in large cities: decreasing green spaces and increasing built-up density (Kabisch et al., 2015; Wolch et al., 2014). As a result, suburban settlements may lose the very green space-related appeal that originally motivated out-migration from the city.

This process may be described as an “urbanization paradox,” the phenomenon whereby those who move from large cities to suburban areas in search of better green space provision may ultimately contribute to the loss of green spaces through large-scale relocation and subsequent development pressure.

European Union policy frameworks (European Commission n.d.) also emphasize increasing land-use efficiency and mitigating urban sprawl, thereby promoting a transition toward more sustainable, compact urban development models.

biztosító zöld folyosó túl keskeny vagy zavart, akkor a funkcionális kapcsolat csak részben vagy egyáltalán nem működik. Összességében a strukturális kapcsolat vizsgálata a „Hol vannak és hogyan kapcsolódnak egymáshoz a zöldinfrastruktúra-elemek?” kérdésre ad választ, míg a funkcionális értelmezés a „Hogyan működnek a zöldinfrastruktúra-elemek együtt, milyen szolgáltatásokat biztosítanak?” kérdésre keresi a válaszokat. Megállapítható, hogy a két megközelítés kiegészíti egymást, a strukturális hálózat biztosítja a keretet, a funkcionális pedig annak a működését (Lei et al. 2025, Hansen et al. 2014).

A városi zöldinfrastruktúra szervezésének kérdésében a szakirodalomban régóta fennáll a vita aközött, hogy a kevesebb, de nagy kiterjedésű, összefüggő zöldfelület, vagy a több, kisebb, de jól hálózatba kapcsolt elemek biztosítják hatékonyabban az ökoszisztéma-szolgáltatásokat. A kérdésben egyértelmű, univerzálisan érvényes állásfoglalás nem adható, mivel a hatékonyság erősen függ a városi struktúrától, az ökológiai céloktól és a térbeli kontextustól. Ugyanakkor a szakirodalmi konszenzus iránya (Benedict et al. 2006, *Forman 1995,* Tzoulas et al. 2007, Lei et al, 2025) egyértelműen abba az irányba mutat, hogy a legnagyobb ökológiai és társadalmi hatékonyságot a több léptékű, hálózatba szervezett zöldinfrastruktúra-rendszerek biztosítják. Ez a megközelítés a nagyobb magterületek ökológiai stabilitását kombinálja a kisebb zöldfoltok által nyújtott térbeli elérhetőséggel és funkcionális kapcsoltsággal, így elősegítve az ökoszisztéma-szolgáltatások kiegyenlítettebb városi eloszlását és hosszú távú fenntarthatóságát.

Ezzel kapcsolatban felmerül a földmegosztás és a földmegtakarítás elve (Lei et al. 2025). A földmegosztás elve szerint a települések alacsony sűrűségű, elszórt beépítéssel terjednek, ahol a beépített területek között kisebb, egymással összekapcsolt zöldfelületek jelennek meg. Ez a térszerkezet azonban a települések szétterülését (sprawl) eredményezi, csökkenti a nagy, összefüggő természetközeli szabadterületeket a tájban. Ezzel szemben a földmegtakarítás elve a beépítés koncentráltságára törekszik, azaz a települések kisebb területeken, magasabb beépítési sűrűséggel fejlődnek (compact development). Ennek eredményeként nagyobb, összefüggő nem beépített területek maradnak fenn a települések környezetében, amely előnyös lehet az ökológiai hálózatok és a mezőgazdasági, valamint rekreációs területek számára. Azonban a koncentrált, sűrűn beépített településszerkezet következtében kevesebb rendelkezésre álló terület marad a zöldinfrastruktúra-elemek elhelyezésére, valamint ezek térbeli összekapcsoltságának kialakítására (4. ábra). Ennek következményeként korlátozottabbá válik a városi ökoszisztéma-szolgáltatások biztosítása. A sűrűn beépített városi környezetekben új, nagy kiterjedésű zöldinfrastruktúra-elemek kialakítása elsősorban a korlátozott területi lehetőségek miatt jelent kihívást. Azonban a zöldfelületi ellátottság és elérhetőség javítása a sűrű városi szövetben a meglévő alulhasznosított területek újraértelmezésével is megvalósítható. Ebben a kontextusban a szakirodalom (Mathey et al. 2015.) a barnamezős területeket kiemelt potenciállal rendelkező fejlesztési helyszínként azonosítja, mivel ezek a korábbi ipari és gazdasági funkciójukat vesztett, jelenleg gyakran alulhasznosított városi területek lehetőséget teremtenek új zöldfelületi és ökológiai funkciók befogadására. Ezek a területek gyakran spontán vegetációval borítottak, ahol a természetes szukcesszió következtében kialakuló növényállomány a városi zöldinfrastruktúra-hálózat potenciális elemeként is értelmezhető. Ugyanakkor ipari múltjukból adódóan sok esetben talajszennyezettség jellemzi ezeket, ezért a fejlesztésük előfeltétele a kármentesítés, amely összetett, idő- és költségigényes folyamat.

Mindezek miatt a szakirodalom hangsúlyozza, hogy a városi zöldinfrastruktúra fejlesztése nem kizárólag nagy léptékű beavatkozásokra épülhet, hanem a kisebb, hálózati elemeket erősítő, multifunkcionális zöldfelületi fejlesztések is kulcsszerepet játszanak (Hansen et al. 2014). Ezek a beavatkozások együttesen járulnak hozzá a zöldinfrastruktúra-hálózat működőképességéhez, még akkor is, ha egyenként kisebb léptékűnek tűnnek. Sok esetben a döntéshozók a kisebb zöldinfrastruktúra-fejlesztési projektek előnyeit alábecsülik, a nagyobb projektekhez képest jelentéktelennek gondolják, pedig a zöldinfrastruktúra-hálózat építésében meghatározó szerepet töltenek be.

Az urbanizáció előrehaladásával a városok térben folyamatosan növekednek, emelkedik a beépített területek aránya, fokozódik a népsűrűség, miközben a beépítetlen, szabad területek kiterjedése csökken. Mindez az egy főre jutó közhasználatú rekreációs zöldfelületek mennyiségének csökkenését eredményezi (Kabisch et al. 2015) (4. ábra). Ez a folyamat kedvezőtlenül hat a zöldinfrastruktúrára, ezáltal a városi mikroklímára, a levegőminőségre és a fenntarthatóságra, az életminőségre. E folyamatok következményeként a szuburbanizáció erősödik: egyre többen költöznek a nagyvárosok környékére, az agglomerációba, abban a reményben, hogy ott kedvezőbb, zöld környezetet találnak. Ez rövid távon valóban javíthatja az érintett

GREEN INFRASTRUCTURE NETWORKS AND GREEN SPACE ACCESSIBILITY

The World Health Organization Regional Office for Europe (hereafter WHO Europe) report “Urban Green Spaces and Health” highlights accessibility to green spaces as an important indicator. Its aim is that such spaces should be located within short distances from residential areas and be connected through adequate pedestrian infrastructure. According to the report, a walking distance of five minutes, or approximately 300 meters, can be considered an acceptable level of physical accessibility, within which at least 0.5–1 hectare of publicly accessible recreational green space should be available.

The WHO Europe report “Assessing the value of urban green and blue spaces for health and well-being” (2023) further emphasizes the importance of accessibility, availability, and design considerations of green and blue spaces, and provides tools for practical assessment; however, it does not define specific m² per capita target values. The WHO Europe GreenUr tool, currently being tested, is specifically designed to measure the availability and accessibility of green spaces in urban areas and to estimate their potential health impacts. These frameworks indicate that the WHO considers not only quantitative area-based indicators, but also the accessibility and distribution of green space as crucial factors.

Although it is frequently stated in scientific literature and certain urban development strategies—often with reference to the WHO—that at least 9 m² of publicly accessible recreational green space per capita should be provided, no universally standardized numerical target is formally established in WHO documents. The WHO does not issue a binding recommendation of this type in its official European or global guidelines. At the same time, international literature and European overview reports (European Environment Agency, 2023) include various urban green space target values and accessibility standards, which are independently applied in some municipal regulations or national planning frameworks.

For example:

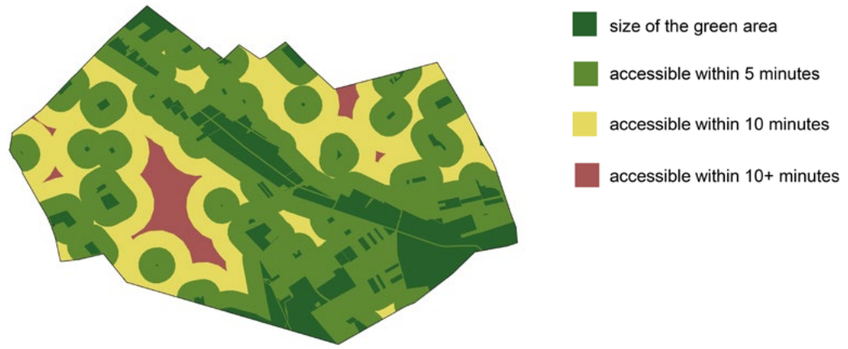
- In the city of Berlin, regulations specify that at least 0.5-hectare recreational green spaces should be accessible within 500 meters or a 5–10 minute walking distance, while for parks of at least 10 hectares, an acceptable accessibility threshold is 1–1.5 km. In this context, access to at least 6 m² per capita of smaller green spaces (public parks, gardens) and 7 m² per capita of larger green spaces (urban parks, forests) is defined for residents (Senate Department for Urban Development and Housing, Berlin, 2020).
- Italian urban planning regulations prescribe a minimum of 9 m² of park and public space per capita for recreational purposes (Ministero dei Lavori Pubblici, 1968).
- Budapest’s urban development documents and strategies, such as the Green Infrastructure Development and Maintenance Action Plan (Radó Dezső Plan), set a target value of 7 m² per capita of publicly accessible recreational green space by 2035, compared to the current value of approximately 6 m² per capita (Budapest Főváros Önkormányzata; BFVT Kft. 2025).

The assessment of green space provision is therefore not solely based on quantitative area-based indicators (e.g. m² per capita), but must also include the analysis of accessibility, which can likewise be quantified. For urban areas, it is more appropriate to examine the distance or walking time (minutes) required from residential locations to reach publicly accessible recreational green spaces, rather than relying exclusively on total green space extent.

Aggregated municipal-level indicators based on green space area and population may provide a distorted picture: for instance, changes in population size may suggest improvements or deterioration in green space provision without any actual change in the spatial extent of green areas. Furthermore, aggregated indicators do not reveal the spatial distribution of publicly accessible recreational green spaces, nor do they identify districts with green space deficits or areas where recreational accessibility is limited.

A wide range of GIS-based methods is currently available for assessing the accessibility of publicly accessible recreational green spaces. A simple approach involves the use of buffer zones drawn around green spaces, representing distances equivalent to 5, 10, or 15 minutes’ walking time(Figure 5). However, this method does not take into account the actual street network or real pedestrian routes, and therefore may distort accessibility estimates.

However, Budapest’s environmental state assessment provides a forward-looking example, as it clearly illustrates the distance of publicly accessible recreational green spaces from residential areas. By applying an OpenStreetMap-based street network and isochrone analysis,



5. ábra/Fig. 5: Zöldfelületek elérhetőségének vizsgálata / *Assessment of accessibility to green spaces*
FORRÁS/*SOURCE:* XVI. KERÜLETI ZÖLDINFRASTRUKTÚRA FEJLESZTÉSI ÉS FENNTARTÁSI AKCIÓTERV, RESPECT KFT. / *GREEN INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT AND MAINTENANCE ACTION PLAN OF DISTRICT XVI, RESPECT LTD.*

lakosság zöldfelületi ellátottságát, mivel a városból történő kiköltözés kezdetben mérsékli az ott élők számát, így növelheti az egy főre jutó közhasználatú rekreációs zöldfelület mutatóját. Ez azonban félrevezető lehet: a zöldfelületek tényleges kiterjedése nem feltétlen növekszik, a már beépített területek továbbra is fennmaradnak, csupán a lakosságszám csökkenése eredményez kedvezőbb egy főre jutó értéket, miközben a városi térszerkezet és a zöldinfrastruktúra nem javul. Az agglomerációba többek között a zöldebb környezet keresése, az alacsonyabb beépítési sűrűség és a jobb életminőség reménye miatt kiköltözők kezdetben valóban könnyebben érhetik el a nagyobb, összefüggő zöldfelületeket, amelyek a települések peremterületein jellemzően nagyobb arányban fordulnak elő, és gyakran rövidebb elérési idővel is rendelkeznek. Ez a helyzet azonban viszonylag gyorsan megváltozhat. Amennyiben az agglomerációs települések népessége tovább növekszik, a települések bővülése újabb szabadterületek beépítéséhez vezethet. Ezt a folyamatot „suburban sprawl"-nek is nevezhetjük, amely ugyanazt a problémát hozza létre, mint a nagyvárosokban: csökkenő zöldfelületek és növekvő beépítettség (Kabisch et al, 2015, Wolch et al, 2014). Ennek következtében az agglomerációs települések rövid időn belül elveszíthetik azt a zöldfelületekhez kapcsolódó vonzerőt, amely eredetileg a kiköltözés motivációját jelentette. Ezt a folyamatot „urbanizációs paradoxonnak" is nevezhetjük, amely arra utal, hogy a nagyvárosokból a kedvező zöldfelületi ellátottság miatt az agglomerációba kiköltözők épp a zöldfelületeket számolják fel azzal, hogy nagy számban kiköltöznek.

Az Európai Unió szakpolitikai keretei (European Commission n.d.) is a területhasználat hatékonyságának növelését és a városi terjeszkedés mérséklését hangsúlyozzák, elősegítve a fenntartható, kompakt városmodellek irányába történő elmozdulást.

ZÖLDINFRASTRUKTÚRA-HÁLÓZAT ÉS A ZÖLDFELÜLETI ELLÁTOTTSÁG

A World Health Organization Europe (továbbiakban WHO) „Urban Green spaces and Health" című jelentése kiemeli a zöldfelületek elérhetőségét, mint fontos indikátort. Célja, hogy azok a lakóhelyektől rövid távolságra legyenek és megfelelő gyalogos kapcsolat legyen hozzájuk. A jelentés szerint 5 perc vagy körülbelül 300 méter tekinthető elfogadható fizikai elérhetőségnek, ilyen körzetben legyen legalább 0,5-1 hektárnyi rekreációs közhasználatú zöldfelület. A WHO „Assessing the value of urban green and blue spaces for health and well-being" 2023-ban publikált jelentése a zöld-kék terek elérhetőségének, hozzáférhetőségének és tervezési szempontjainak fontosságát hangsúlyozza, valamint eszközöket ad a gyakorlati értékeléshez, ugyanakkor nem határoz meg konkrét m²/fő célértéket. A WHO Europe GreenUr eszköze kifejezetten arra készül – *jelenleg tesztelés alatt áll* –, hogy mérje a zöldfelületek rendelkezésére állását és elérhetőségét a városokban, illetve kiszámítja azok lehetséges egészségügyi hatásait. Ezek alapján megállapítható, hogy a WHO a mennyiségi területadatok mellett kiemelten fontosnak tekinti a zöld ellátottságot is. Bár a tudományos irodalomban és bizonyos városfejlesztési stratégiákban gyakran emlegetik a WHO-ra hivatkozva, hogy egy településen legalább 9 m²/fő legyen az egy főre jutó közhasználatú rekreációs zöldfelület, azonban a WHO dokumentumaiban nincs egységesen ajánlott, standard számérték rögzítve, a WHO nem javasol konkrét m²/fő értéket ilyen formában a hivatalos európai vagy globális irányelveiben. Ugyanakkor a nemzetközi szakirodalomban és az európai áttekintő jelentésekben (European Environment Agency, 2023) is megjelennek olyan városi zöldfelületi célértékek és elérhetőségi normák, amelyeket egyes települési

it is possible to determine the travel time required to reach publicly accessible recreational green spaces from residential areas along actual pedestrian routes (Budapest Environmental State Assessment, 2024).

This approach enables the clear identification of both well-served and underserved areas (Figure 6). Deficiencies in accessibility simultaneously highlight weak or fragmented nodes within the green infrastructure network.

DEVELOPMENT OF GREEN INFRASTRUCTURE NETWORKS

In Budapest, over the past decade, a relatively stable economic environment and the use of various funding sources have enabled the implementation of numerous large-scale park and public space rehabilitation projects. As a result, primarily the main structural components of the green infrastructure network have developed, while less emphasis has been placed on smaller-scale green infrastructure interventions that ensure connectivity between these elements (Budapest Főváros Önkormányzata; BFVT Kft., 2025).

However, in recent years, due to economic difficulties and financing constraints, urban development strategies and green infrastructure planning documents have placed increasing emphasis on smaller-scale green infrastructure elements that can be implemented with relatively low investment costs (Budapest Főváros Önkormányzata; BFVT Kft., 2025). In parallel with the intensification of climate change impacts and the persistence of an unfavorable economic environment, green infrastructure interventions that are both cost-efficient and climate-adaptive are becoming increasingly widespread. These include, among others, extensively maintained green spaces, perennial planting schemes, alternative grassland management practices, the replacement of impermeable surfaces with vegetated areas, rain gardens, community gardens, and the restructuring of tree-lined streets.

These solutions offer the advantage of providing significant ecological and social benefits while requiring relatively low implementation costs, and their long-term maintenance can also generate considerable savings. In this sense, economic constraints may produce certain advantages, as they draw attention to the importance of small-scale green infrastructure developments. These elements are essential in the formation of green infrastructure networks, as they play a key role in establishing connectivity between larger green spaces such as parks and forests. In addition, cost-reduction pressures also facilitate the spread of design and maintenance approaches that significantly contribute to the achievement of sustainability objectives.

Urban green spaces are characterized by different ownership structures, including municipal, state, private, and institutional ownership. Decision-making processes typically follow different priorities, depending on this ownership structure. In addition to ownership, the examination of maintenance structures is also of key importance, as areas with different ownership are often managed by different organizations applying diverse maintenance and operational practices. This fragmented maintenance system may hinder the realization of ecological continuity.

In the absence of a centralized coordinating actor or a unified strategy, the development and maintenance of green spaces may become fragmented and mosaic-like. Different ownership groups have varying levels of access to financial and professional resources, which further reinforces spatial inequalities. As a result, green space elements often emerge in a scattered, isolated manner that is unable to function effectively as a coherent

szabályozások vagy országos tervezési irányelvek önállóan alkalmaznak. Például:

- Berlin városában az előírások szerint legalább 0,5 hektár nagyságú rekreációs zöldfelületnek 500 méteres, vagy 5-10 perc gyalogos elérhetőségen belül kell rendelkezésre állnia, míg a legalább 10 hektár kiterjedésű parkok esetében az elfogadható elérési távolság 1-1,5 km. Ezzel összhangban a berlini lakosok számára, egy főre vetítve legalább 6 m² kisebb kiterjedésű (közpark, közkert), valamint 7 m² nagyobb kiterjedésű (városi park, erdő), közhasználatú rekreációs zöldfelülethez való hozzáférést határoznak meg (Senate Department for Urban Development and Housing, Berlin 2020).
- Az olasz városrendezési szabályzat pedig azt írja elő, hogy rekreációs célokra személyenként legalább 9 m² park- és közterület álljon rendelkezésre (Ministero dei Lavori Pubblici 1968)
- Budapest városfejlesztési dokumentumai, startégiái, mint például Budapest Zöldinfrastruktúra Fejlesztési- és Fenntartási Akcióterve (Radó Dezső terv) pedig 2035-ig 7 m²/fő közhasználatú rekreációs zöldfelületet jelöl meg célértékként, szemben a jelenlegi, mintegy 6 m²/fő értékkel (Budapest Főváros Önkormányzata, BFVT Kft. 2025).

A zöldfelületi ellátottság értékelése tehát nem kizárólag mennyiségi mutatókon (m²/fő) alapul, hanem az elérhetőség vizsgálatát is magába kell foglalnia. Egy település esetében ezért indokoltabb annak vizsgálata, hogy a lakóhelytől kiindulva milyen távolságon vagy gyaloglási időn (perc) belül érhető el közhasználatú rekreációs zöldfelület, mint pusztán a teljes zöldfelületi kiterjedés meghatározása. A közhasználatú rekreációs zöldfelületek nagysága és a lakónépesség alapján számított mutatók ugyanis torz képet adhatnak: például a népesség változása a zöldfelületi ellátottság javulását vagy romlását jelezheti anélkül, hogy tényleges változás történt volna a zöldfelületek területi kiterjedésében. A település szintű aggregált mutatók továbbá nem teszik lehetővé annak meghatározását, hogy hol helyezkednek el a közhasználatú rekreációs zöldfelületek, valamint mely városrészekben jelentkezik zöldfelületi hiány, illetve hol korlátozott a lakosság rekreációs célú hozzáférése.

A közhasználatú rekreációs zöldfelületek elérhetőségének vizsgálatára napjainkban már számos térinformatikai módszer áll rendelkezésre. Egyszerű megközelítésként az elérhetőség a zöldfelületek köré rajzolt, meghatározott sugarú pufferzónák alapján is becsülhető, amelyek az 5, 10 vagy 15 perce gyaloglási időnek megfelelő távolságot reprezentálják (5. ábra). Ez a módszer azonban nem veszi figyelembe a tényleges úthálózatot és a valós gyaloglási útvonalakat, így az elérhetőséget torzíthatja.

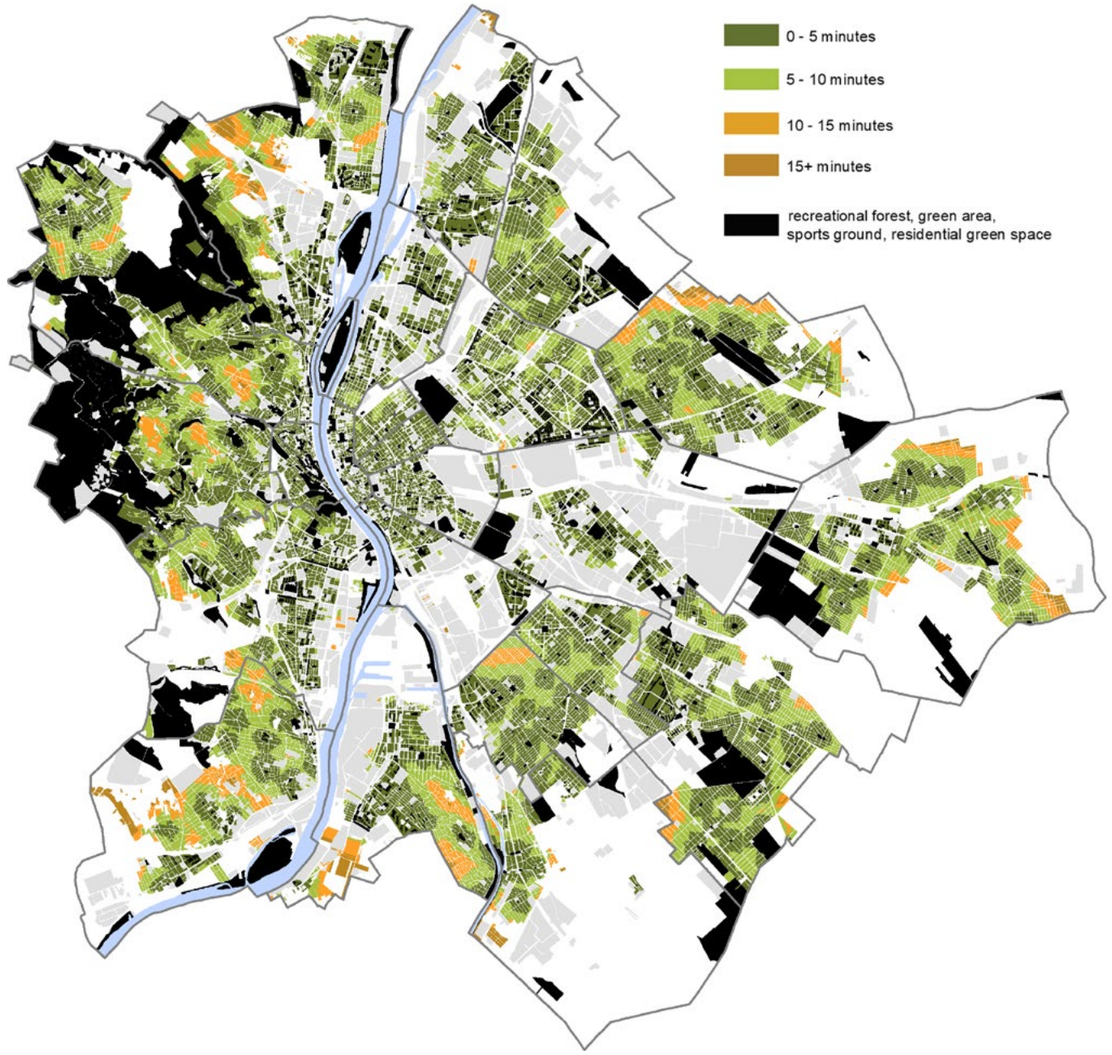
Előremutató példát szolgáltat Budapest környezeti állapotértékelése, amely szemléletesen bemutatja a közhasználatú rekreációs zöldfelületek lakóterületektől való távolságát. Az OpenStreetMap-alapú úthálózat és izokrón görbék alkalmazásával meghatározható, hogy a lakóterületekről a tényleges gyaloglási útvonalon haladva mennyi idő alatt érhetők el a közhasználati rekreációs zöldfelületek (Budapest környezeti állapot értékelésé 2024). E megközelítés révén jól azonosíthatóak a megfelelően ellátott és az ellátatlan területek (6. ábra). Az elérhetőség hiányosságai egyúttal a zöldinfrastruktúra-hálózat gyenge, hiányos pontjaira is rámutatnak.

ZÖLDINFRASTRUKTÚRA-HÁLÓZAT FEJLESZTÉSE

Budapesten az elmúlt évtizedben a viszonylag stabil gazdasági környezet és a különböző támogatási források felhasználása lehetővé tette számos nagyobb léptékű park- és közterület- rehabilitáció megvalósítását. Ennek eredményeként elsősorban a zöldinfrastruktúra-hálózat meghatározó, fő alkotóelemei fejlődtek, miközben az ezek közötti kapcsolódást biztosító, kisebb léptékű zöldinfrastruktúra-fejlesztésekre kisebb hangsúly került (Budapest Főváros Önkormányzata, BFVT Kft. 2025). Azonban az elmúlt évek gazdasági nehézségei és a finanszírozási korlátok következtében a városi fejlesztési stratégiákban és zöldinfrastruktúra-tervezési dokumentumokban is egyre nagyobb hangsúly helyeződik a kisebb léptékű zöldinfrastruktúra-elemekre, amelyek viszonylag alacsony beruházási költséggel valósíthatók meg (Budapest Főváros Önkormányzata, BFVT Kft. 2025). A klímaváltozás hatásainak erősödésével és a kedvezőtlen gazdasági környezet fennállásával párhuzamosan mindinkább elterjednek azok a zöldinfrastruktúra-fejlesztések, amelyek egyszerre költséghatékonyak és klímaadaptívak. Ide sorolhatók többek között az extenzív fenntartású zöldfelületek, évelőágyak, az alternatív gyepgazdálkodási megoldások, a burkolt felületek zöldfelületekkel való kiváltása, az esőkertek, a közösségi kertek kialakítása és a fasorok rendezése. E megoldások előnye, hogy jelentős ökológiai és társadalmi előnyöket biztosítanak, valamint kialakításuk viszonylag

6. ábra/Fig. 6: Erdő-, zöldterületek (közkertek, közparkok), játszóterek, sportpályák és lakótelepi zöldfelületek lakóterületektől való távolsága az elérés időtartama (perc) alapján 2024-ben. (Az ábrán szürke színnel jelölt területek jellemzően a jelenleg nem lakott területeket mutatják) / *Distance of forests, green areas (public gardens, public parks), playgrounds, sports fields, and residential green spaces from residential areas based on travel time (minutes) in 2024. (Areas shown in gray on the figure typically represent currently uninhabited zones)*

FORRÁS/*SOURCE:* BUDAPEST KÖRNYEZETI ÁLLAPOTÉRTÉKELÉSE 2024. / *ENVIRONMENTAL STATUS ASSESSMENT OF BUDAPEST, 2024*



alacsony költségigényű, miközben fenntartásuk hosszú távon is jelentős megtakarításokat tesz lehetővé. A gazdasági nehézségek ilyen értelemben bizonyos előnyökkel is járhatnak, mivel ráirányítják a figyelmet a kisebb léptékű zöldinfrastruktúra-fejlesztések fontosságára. Ezek az elemek ugyanis nélkülözhetetlenek a zöldinfrastruktúra-hálózat kialakításában, mivel a nagyobb kiterjedésű zöldfelületek – például parkok, erdők – közötti kapcsolatok megteremtésében kulcsszerepet töltenek be. Emellett a költségcsökkentési kényszer olyan kialakítási és üzemeltetési módszerek elterjedését is elősegíti, amelyek jelentős mértékben hozzájárulnak a fenntarthatósági célok eléréséhez.

Egy település zöldfelületei eltérő tulajdonviszonnyal rendelkeznek, állhatnak többek között önkormányzati, állami, magán vagy intézményi tulajdonban. A tulajdonosi struktúra következtében a döntéshozatal jellemzően eltérő prioritások alapján történik. A tulajdonviszonyok mellett meghatározó jelentőségű a fenntartói háttér vizsgálata is, mivel eltérő tulajdonú területek fenntartását gyakran különböző szervezetek végzik, eltérő kezelési és üzemeltetési gyakorlatok alkalmazásával. Ez a fragmentált fenntartási rendszer akadályozhatja az ökológiai folytonosság megvalósulását. Amennyiben hiányzik egy központi, koordináló szereplő vagy egységes stratégia, a zöldfelületek fejlesztése és fenntartása mozaikos jellegűvé válhat. A különböző tulajdonosi csoportok eltérő mértékben férnek hozzá pénzügyi és szakmai erőforrásokhoz, ami tovább erősíti a területi egyenlőtlenségeket. Ennek következtében gyakran szigetszerűen elhelyezkedő zöldfelületi elemek alakulnak ki, amelyek nem képesek ökológiai, klímavédelmi és rekreációs szempontból hatékonyan működő, összefüggő hálózatot alkotni.

ÖSSZEGZÉS

A zöldinfrastruktúra-hálózat hatékony működése nem kizárólag az egyes ökológiai elemek térbeli elhelyezkedésén múlik, hanem alapvetően meghatározza azt a hálózati kapcsolatok tudatos tervezése, valamint az üzemeltetési és fenntartási gyakorlatok összehangolása is.

A szakirodalmi áttekintés alapján megállapítható, hogy a zöldinfrastruktúra akkor képes a legnagyobb hatékonysággal működni, ha elemei nem elszigetelt zöldfoltokként, hanem térben és funkcionálisan összekapcsolt rendszerként jelennek meg.

A tanulmány rámutat arra, hogy a zöldinfrastruktúra-elemek multifunkcionalitása – különösen az ökoszisztéma-szolgáltatások biztosítása – erősen függ a hálózati struktúrától és a kapcsolatok minőségétől. A strukturális és funkcionális megközelítések együttes alkalmazása lehetővé teszi a zöldfelületek nemcsak fizikai jelenlétének, hanem tényleges ökológiai és társadalmi működésének értelmezését is.

A városi zöldinfrastruktúra fejlesztése során a különböző léptékű beavatkozások – a nagyobb parkoktól a kisebb, elosztott zöldfelületi elemekig – együttesen járulnak hozzá a hálózat működőképességéhez. Különösen fontos szerepet töltenek be azok a kisebb léptékű, gyakran alulértékelt beavatkozások, amelyek a hálózati kapcsolatok folytonosságát erősítik.

A jövő élhető települései nem azok lesznek, ahol a zöldfelületek az épített környezeten belül szórványosan helyezkednek el és csupán kiegészítő szerepet töltenek be. Sokkal inkább azok a települések bizonyulnak majd fenntarthatónak és élhetőnek, ahol a zöldfelületi elemek rendszerszinten, stratégiai módon jelennek meg, a zöld- és kék infrastruktúra alapvető, a szürke infrastruktúrával egyenrangú hálózatot alkotva válik a települési szövet meghatározó részévé. Ezáltal a zöldinfrastruktúra nem csupán "zöld szigeteket" jelent majd, hanem a fenntartható városfejlődés alapját képező struktúrát. A kortárs városi kihívások jelentős része nem a természeti folyamatok jelenlétéből, hanem azok fragmentációjából, hiányából és funkcionális leépüléséből fakad. A zöldinfrastruktúra ezért nem kiegészítő elem, hanem a települési szövet strukturális alaprétege: olyan hálózati rendszer, amely a városi reziliencia, az élhetőség és a fenntartható fejlődés integrált feltételrendszerét teremti meg.

Az elemzés alapján a zöldinfrastruktúra-tervezés egyik kulcskérdése a térbeli szerveződés optimalizálása, beleértve a koncentrált és elosztott zöldfelületi mintázatok közötti egyensúlyt, valamint a városi szövethez való illeszkedést. A zöldfelületi ellátottság értékelése során a mennyiségi mutatók mellett kiemelt jelentőségű az elérhetőség és a hálózati kapcsoltság vizsgálata is.

Összességében megállapítható, hogy a zöldinfrastruktúra a települési szövet olyan rendszerszintű eleme, amelynek működőképessége a térbeli összekapcsoltságon, a funkcionális integráción és a különböző léptékű elemek összehangolt fejlesztésén alapul. A fenntartható városfejlesztés szempontjából ezért a zöldinfrastruktúra nem izolált beavatkozási területként, hanem hálózati rendszerként értelmezendő, amelynek tervezése és fenntartása integrált szemléletet igényel. ⦿

network from ecological, climate-adaptive, and recreational perspectives.

CONCLUSION

The effective functioning of a green infrastructure network depends not only on the spatial distribution of individual ecological elements, but is fundamentally shaped by the deliberate planning of network connections, as well as the coordination of operational and maintenance practices.

Based on the literature review, it can be stated that green infrastructure is most effective when its elements do not appear as isolated green patches, but rather as a spatially and functionally interconnected system.

The study demonstrates that the multifunctionality of green infrastructure elements—particularly the provision of ecosystem services—strongly depends on network structure and the quality of connections. The combined application of structural and functional approaches enables the interpretation not only of the physical presence of green spaces, but also of their actual ecological and social performance.

In the development of urban green infrastructure, interventions at different scales—from large parks to smaller, distributed green space elements—jointly contribute to the operability of the network. Particularly important are those small-scale, often undervalued interventions that enhance network connectivity and continuity.

The liveable cities of the future will not be those where green spaces are sporadically distributed within the built environment and serve merely a supplementary role. Rather, sustainable and liveable settlements will be those where green infrastructure elements are present at a systemic and strategic level, forming an equal-status network with gray infrastructure and blue infrastructure, thereby becoming a defining component of the urban fabric. In this way, green infrastructure will no longer represent merely "green islands," but rather the structural foundation of sustainable urban development.

Many of the challenges of contemporary urban areas do not arise from the presence of natural processes, but rather from their fragmentation, absence, and functional degradation. Green infrastructure should therefore not be understood as a supplementary element, but as a structural layer of the urban fabric: a networked system that establishes the integrated conditions for urban resilience, liveability, and sustainable development.

Based on the analysis, one of the key issues in green infrastructure planning is the optimization of spatial organization, including the balance between compact and distributed green space patterns, as well as their integration into the urban fabric. In the assessment of green space provision, in addition to quantitative indicators, accessibility and network connectivity are of particular importance.

Overall, it can be concluded that green infrastructure is a systemic component of the urban fabric whose functionality is based on spatial connectivity, functional integration, and the coordinated development of elements at multiple scales. From the perspective of sustainable urban development, green infrastructure should therefore not be interpreted as an isolated field of intervention, but as a networked system whose planning and maintenance require an integrated approach. ⦿

This work is licensed under Creative Commons 4.0 standard licenc: CC-BY-NC-ND-4.0.

IRODALOM/*BIBLIOGRAPHY*

Ahern, J. (2007). Green infrastructure for cities. In: Novotny, V. & Brown, P. (eds.), Cities of the Future. *IWA Publishing,* https://people.umass.edu/jfa/pdf/ahern%20Green%20Infrastructure%20for%20Cities_final.pdf

Andersson, E., Langemeyer, J., Borgström, S., et al. (2014). Measuring social–ecological dynamics behind the generation of ecosystem services. *Ecological Applications,* 24(5), 1188–1201., DOI:10.1890/06-1116.1

Anguelovski, I., & Connolly, J. J. T. (2024). Segregating by Greening: What do We Mean by Green Gentrification? *Journal of Planning Literature,* 39(3), 386–394., DOI:10.1177/08854122241227804

Almási, B. (2007): A zöldhálózat-tervezés metodikai fejlesztése Budapest peremterületének példáján. Doktori (PhD) értekezés, *Budapesti Corvinus Egyetem,* https://phd.lib.uni-corvinus.hu/248/

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Washington, DC: *Island Press.*

Budapest Főváros Önkormányzata, Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft. (BFVT Kft.) (2024). Budapest Környezeti Állapotértékelése 2024. Budapest., https://budapest.hu/api/file/doc/m01-bkae-2024-10-21.pdf

Budapest Főváros Önkormányzata, Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft. (2017)., Budapest zöldinfrastruktúra koncepciója, Budapest, https://www.bfvt.hu/referenciak/budapest-zoldfeluleti-rendszerenek-fejlesztesi-koncepcioja--budapest-zoldinfrastruktura-koncepcioja.html

Budapest Főváros Önkormányzata, Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft. (BFVT Kft.) (2025): Radó Dezső Terv: Budapest Zöldinfrastruktúra Fejlesztési és Fenntartási Akciótervének felülvizsgálata. Budapest, a Fővárosi Közgyűlés 601/2025. (V.28.) számú határozatával jóváhagyva. https://rdt.budapest.hu/

European Commission. (2019). Review of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Brussels: European Commission. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/habitats-directive_en

European Environment Agency. (2022). Who benefits from nature in cities? Social inequalities in access to urban green and blue spaces across Europe. EEA Briefing., https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/who-benefits-from-nature-in-cities-social-inequalities-in-access-to-urban-green-and-blue-spaces-across-europe

European Environment Agency. (2021). What are ecosystem services? https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/what-are-ecosystem-services/mi-az-az-okoszisztema-szolgaltatas

European Union (2026), Facts and figures on the European Union. European Union.

European Commission. (2013). Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital (COM/2013/0249 final), Brussels.

European Commission. (n.d.). Cities portal. Directorate-General for Regional and Urban Policy. https://regions-and-cities.ec.europa.eu/cities-portal_en

Farkas, J. Z., Hoyk, E., Morais, M. B. & Csomós, G. (2023): A systematic review of urban green space research over the last 30 years: A bibliometric analysis. *Heliyon,* 9(2), e13406., DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13406

Faurest, K., (2010) "Towards a sustainable community-supported green space system for Budapest", Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning 3(1). DOI: https://doi.org/10.7275/fabos.875

Fáczányi, Zs. (2017): Budapesti közösségi kertek tájépítészeti és szociológiai értelmezése. PhD thesis, *Szent István Egyetem,* DOI: 10.14751/SZIE.2018.035

Forman R. T. T. (1995). Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge: *Cambridge University Press.*

Haase, D. et al. (2014): A quantitative review of urban ecosystem service assessments, *AMBIO A Journal of the Human Environment* 43(4):413-33, DOI:10.1007/s13280-014-0504-0

Hansen, R., & Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A Conceptual Framework for Multifunctionality in Green Infrastructure Planning for Urban Areas, *AMBIO A Journal of the Human Environment* 43(4), DOI: 10.1007/s13280-014-0510-2

Hilty, J. A., Lidicker, W. Z. Jr., & Merenlender, A. M. (2006). Corridor Ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation. *Island Press.,* ISBN: 1-55963-096-5. (paper). ISBN: 1-55963-047-7. (cloth)

Jato-Espino, D., Capra-Ribeiro, F., Moscardó, V., Bartolomé del Pino, L.E., Mayor-Vitoria, F., Gallardo, L.O., Carracedo, P. and Dietrich, K., 2023. A systematic review on the ecosystem services provided by green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening.,* 2023, DOI: https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127998

Kabisch, N., Qureshi, S., & Haase, D. (2015). Human–environment interactions in urban green spaces — A systematic review of contemporary issues and prospects for future research, 2015, *Environmental Impact Assessment Review,* 2015, Pages 25 34, DOI: https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.08.007

Perivoliotis, D., Arvanitis, I., Tzavali, A., Papakostas, V., Kappou, S., Andreakos, G., Fotiadi, A., Paravantis, J. A., Souliotis, M., & Mihalakakou, G. (2023). Sustainable urban environment through green roofs: A literature review with case studies. *Sustainability,* 15(22), 15976. DOI: https://doi.org/10.3390/su152215976

Papakostas, V., Kappou, S., Andreakos, G., Fotiadi, A., Paravantis, J. A., Souliotis, M., & Mihalakakou, G. (2023). Sustainable urban environment through green roofs: A literature review with case studies. *Sustainability,* 15(22), 15976. DOI: https://doi.org/10.3390/su152215976

Ross W. F. Cameron, Tijana Blanuša: Green infrastructure and ecosystem services – is the devil in the detail? *Annals of Botany,* Volume 118, Issue 3, September 2016, Pages 377–391, DOI: https://doi.org/10.1093/aob/mcw129

Senate Department for Urban Development and Housing, Berlin (2020): Urban development plans / environmental atlas / land use reports. Berlin., https://www.berlin.de/umweltatlas/en/land-use/urban-structure/2020/literature/

Takács, D. (2016). Városi szabadterek és szabadtér-fejlesztések ingatlanérték-befolyásoló hatásának elemzése Budapest példáján (PhD értekezés). *Szent István Egyetem,* DOI: https://doi.org/10.14751/SZIE.2016.043

TEEB Europe: https://ecology.fnal.gov/ecosystem-services/

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning,* 81(3), 167–178. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001

LaPoint S., Balkenhol N., Hale, J., Sadler, J., & van der Ree, R. (2015). Ecological connectivity research in urban areas. Functional Ecology, DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2435.12489

Lei Li, & Carter, J. (2025). Exploring the relationship between urban green infrastructure connectivity, size and multifunctionality. *Landscape Ecology,* 2025; DOI: 10.1007/s10980-025-02069-1

Lyytimäki, J., & Sipilä, M. (2009). "Hopping on one leg – The challenge of ecosystem disservices for urban green management." *Urban Forestry & Urban Greening,* 8(3), 309–315. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.09.003

Mathey, J., Rößler, S., Lehmann, I. and Banse, J. (2015): Brownfields as an element of green infrastructure for implementing ecosystem services into urban areas. *Journal of Urban Planning and Development,* 141(3), A4015001. DOI:10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000275

Ministero dei Lavori Pubblici (1968): D.M. 1444/68 – Standard urbanistici. Italia., https://www.camera.it/temiap/2014/12/09/OCD177-705.pdf

Newman, M.E.J. (2010). Networks: An Introduction. *Oxford University Press.,* ISBN-978-0-19-920665-0., DOI: https://doi.org/10.1162/ARTL_r_00062

UNECE: United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (n.d.). Ecosystem services. https://unece.org/ecosystem-services-0

United Nations. (2025). World Urbanization Prospects 2025: Summary of Results. New York: United Nations., https://population.un.org/wup/assets/Publications/undesa_pd_2025_wup2025_summary_of_results_final.pdf

World Health Organization Regional Office for Europe. (2017). Urban Green Space and Health: Intervention Impacts and Effectiveness. WHO Europe., https://www.who.int/europe/publications/m/item/urban-green-space-and-health--intervention-impacts-and-effectiveness

Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice. *Landscape and Urban Planning,* 125, 234–244., DOI: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017

Yunong Yao, Hua Zheng, Zhiyun Ouyang, Cheng Gong, Jian Zhang, Lingxiao Ying, Zhi Wen: Impact of urban green infrastructure on ecosystem services: A systematic review, 2025, DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113885

Zelenák, F. (2018): Tájépítészet és környezetpszichológia. A szabadtéri minőség és a helykötődés összefüggései budapesti lakótelepeken. PhD-értekezés, *Szent István Egyetem,* DOI: 10.14751/SZIE.2018.073