

AZ OKOS VÁROSOK ÉS A FENNTARTHATÓSÁG KAPCSOLATÁNAK ELMÉLETI BEMUTATÁSA, VALAMINT KONVERGENCIÁJA

^{1,2}*Barsi Boglárka*

¹*Tudományos munkatárs, ELTE KRTK Regionális Kutatások Intézete; barsi.boglarka@krtk.elte.hu;
ORCID: 0000-0002-0959-2423*

²*Egyetemi adjunktus, Széchenyi István Egyetem, Győr; barsi.boglarka@sze.hu; ORCID: 0000-0002-0959-2423*

DOI: 10.15170/terinno.2025.18.02-03.02

Absztrakt: A tanulmány bemutatja hogyan alakul ki az okos város, majd a fenntartható városfejlődés koncepciója. A két fogalom az elmúlt évtizedekben erőteljes konvergencia folyamaton ment keresztül. Az elemzés rávilágít, hogy a két paradigma közös célja az életminőség, a gazdasági versenyképesség és a környezeti hatékonyság javítása, valamint a városi rendszerek rezilienciájának növelése. A szerző áttekinti azokat a területeket – mint az energiagazdálkodás, mobilitás, hulladék- és vízgazdálkodás, várostervezés –, ahol a digitalizáció és az innováció közvetlenül szolgálja a fenntarthatóságot. A tanulmány kiemeli a technológiai megoldások emberközpontú alkalmazásának szükségességét, a stratégiai- és a helyi igényekre alapozott fejlesztési szemlélet fontosságát, valamint a helyi közösségek bevonásának kulcsszerepét. Összegzésként hangsúlyozza, hogy a valóban fenntartható okos város csak akkor valósulhat meg, ha az „okosság” nem öncél, hanem a társadalmi jóllét és a fenntarthatóság elérésének eszköze. Alapvető fontosságú az urbanizáció és a környezet kapcsolatának további vizsgálata mind az emberi hatások csökkentése, mind a fenntarthatóság kihívásaihoz való alkalmazkodás szempontjából.

Kulcsszavak: *fenntarthatóság, okos város, városfejlesztés*

THEORETICAL PRESENTATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SMART CITIES AND SUSTAINABILITY AND THEIR CONVERGENCE

Abstract: The study presents the notion of smart cities and sustainable urban development. The two concepts have undergone a strong convergence process in recent decades. The analysis highlights that the common goal of the two paradigms is to improve the quality of life, economic competitiveness and environmental efficiency, as well as to increase the resilience of urban systems. The author reviews those areas – such as energy management, mobility, waste and water management, urban planning – where digitalization and innovation directly serve sustainability. The study highlights the need for a people-centered application of technological solutions, the importance of a development approach based on strategic thinking and on local needs, and the key role of involving local communities. In conclusion, it emphasizes that a truly sustainable smart city can only be realized if “smartness” is not final goal, but a means to achieve social well-being and sustainability. Further investigation of the relationship between urbanization and the environment is essential both in terms of reducing human impacts and adapting to sustainability challenges.

Keywords: *sustainability, smart city, urban development*

1. Bevezetés

A városfejlődési folyamatok fenntarthatósági szempontból való tanulmányozása napjainkban egyre nagyobb jelentőséggel bír. A világ népességének többsége ma városokban vagy városias területeken él. A városok, a városi területek az emberi fogyasztás központjai, és nagymértékben felelősek a környezetszennyezésért és a környezetterhelésért. A városi népesség növekedése mellett a városok térbeli terjeszkedése, szétterülése, egyre kiterjedtebb földhasználatuk, valamint a városi életmód terjedése a nem városi településeken is jelentős szerepet játszik az urbanizációhoz kapcsolódó környezeti problémákban.

A városok és a városi területek az emberi tevékenység eredményeként átalakítják a természetes ökoszisztémákat, valamint azok egyes elemeit: a városi klímát, a víz körforgását, a talajt, a biodiverzitást, de mindenekelőtt a földhasználatot. A körülöttünk lévő tér is természeti erőforrás, a városi teret egyre inkább elfoglalja és használja az ember tevékenységeivel; horizontálisan (városok terjeszkedése) és vertikálisan (magas épületek, légi közlekedés), ezért létezésünk és működésünk egyik természeti erőforrása. Így a város terjeszkedése, földhasználata, valamint a városi területek peremén található külvárosi övezetek szerepének változása, a falvak elnéptelenedése ennek az erőforrásnak a használatát és átalakulását jelenti. És mint bármely más erőforrást, a teret is lehet kellő körültekintéssel használni, de veszélyeztetni és kimeríteni is.

Ahhoz, hogy fenntartható és okos városaink legyenek, megfelelő jövőképpel kell rendelkezünk arról, hogyan kellene kinéznie egy fenntartható városnak. A jövőről alkotott elképzelések, valamint az ezek eléréséhez szükséges cselekvési tervek segítenek megmutatni, felvázolni a követendő irányt, és azt, hogy hogyan juthatunk el a fenntartható okos városokhoz. A víziók létfontosságúak az egyének és szervezetek mozgósításához is.

Tanulmányomban bemutatom a fenntartható városok fogalmát, az okos városok koncepcióját, valamint azt, hogyan kezdődött e két koncepció konvergenciája, és milyen irányban fejlődött tovább a fenntartható okos városok fogalma. Röviden bemutatom azokat a területeket is, ahol az okosság és a fenntarthatóság szorosan összekapcsolódik. Mivel már számos elméleti és empirikus tapasztalattal rendelkezünk az okos és fenntartható városokkal kapcsolatban, megfogalmazhatjuk az elkerülendő buktatókat és a levonható tanulságokat, valamint olyan megoldásokat találhatunk, amelyek valódi hatással bírnak, hogy valóban élhető és fenntartható városokat hozzunk létre.

2. Fenntarthatóság, „okosság”: definíciók és koncepciók

2.1. Fenntarthatóság és fenntartható városok

A fenntarthatóság mai fogalma az ENSZ Környezet és Fejlődés Bizottságának (UN Commission on Environment and Development, Brundtland Bizottság) munkájához kapcsolódik, amelyet 1983-ban hoztak létre az Egyesült Nemzetek Szervezetének égisze alatt. A Bizottság 1987-es jelentése fogalmazta meg először a fenntartható fejlődés kritériumait. A Közös Jövőnk című jelentés szerint a fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely „kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációinak azon képességét, hogy ők is kielégítsék saját

szükségeiket” (Brundtland, 1987). A környezeti mellett a fenntarthatóságnak gazdasági és társadalmi jelentése is van. A fenntarthatóság úgynevezett „erős” értelmezése szerint a természeti/környezeti tőke vagy erőforrások nem helyettesíthetők más (emberi vagy anyagi) tőkével, ezért nem pótolhatók, ha kimerültek (Godin et al., 2022).

Ez a városi rendszerekben sincsen másképpen. A természeti tőke nem pótolható, és kimerülése hatással van a város társadalmára és gazdaságára. Gondoljunk csak a sivatagokban felfedezett híres városromokra, ahol a várost fenntartó természeti tőke kimerült (bár általában természetes úton). Elfogyott a víz, megváltozott az éghajlat, természeti katasztrófa történt, de az is lehetséges, hogy mindez a korabeli lakosok tevékenységeire vezethető vissza (pl. erdőirtás). A városi élet minőségét alapvetően nemcsak a szolgáltatások minősége, hanem a környezeti tényezők is befolyásolják. A légszennyezés, a hőhullámok, a zöldterületek hiánya közvetlenül befolyásolja egészségünket, mentális állapotunkat és közösségi kapcsolatainkat. A biológiai sokféleség megőrzése, az élhető közterek kialakítása és az ökoszisztémák integrálása a várostervezésbe nemcsak természetvédelmi, hanem közegészségügyi kérdések is (Hardi, 2023).

A fenntarthatóságnak három pillére van. A környezeti pillér alapvetően a környezeti szempontokat fedi le (természeti környezet: biodiverzitás, erőforrás- és hulladékgazdálkodás). A gazdasági pillér a városi területek gazdasági versenyképességét és sokszínűségét jelenti, a társadalmi pillér pedig az egyenlőséget, a polgárok jólétét és az alapvető emberi szükségletek kielégítését takarja (Toli & Murtagh, 2020). A gazdasági fenntarthatóság koncepcióját főként az okos gazdasággal és az okos kormányzással kapcsolatos megoldások jellemzik, míg a társadalmilag fenntartható megoldások inkább az emberekkel és az életkörülményekkel kapcsolatos komponensekben jelennek meg. A klasszikus környezeti fenntarthatóság a környezeti pillérbe tartozik.

Az első dokumentum, amely kifejezetten említi a „fenntartható” város fogalmát, a Local Agenda 21 (LA, 1992) volt. A cselekvési programot az 1992-ben Rio de Janeiróban megrendezett ENSZ Környezetvédelmi és Fejlesztési Konferenciáján hozták létre, ahol a fenntarthatóság helyi programja a fő dokumentum, az Agenda 21 részeként a 28. fejezetben jelenik meg. E dokumentum szerint a városok kötelesek olyan fejlesztési programot kidolgozni, amely figyelembe veszi a jelenlegi és a jövő generációinak gazdasági, társadalmi és környezeti problémáit, és mindhárom dimenzióban hosszú távú és hatékony megoldásokat javasol ezekre.

2.2. Az okos város koncepciója

Az okos város fogalma jelenleg az egyik leggyakrabban használt és legdivatosabb kifejezés a városfejlesztésben, de az okos falvak és az okos közösségek fogalma is gyakori a területfejlesztési kutatásokban. A kifejezés széles körű használata ellenére nincs egységes definíciója annak, hogy mit is jelent valójában az okos város (Barsi, 2019). A kifejezés tartalma elsősorban attól a kontextustól függ, amelyben a kifejezést használják, valamint a kifejezést használó személy vagy érdekelt fél háttérétől. Az okos város koncepció nyilvánvalóan szorosan kapcsolódik az információs és kommunikációs technológia használatához, a digitalizáció és az internet terjedéséhez. Ebben az értelemben számtalan elődje van a fogalomnak, amelyek az

1990-es években terjedtek el, párhuzamosan a digitális és az intelligens város kifejezésekkel, vagy akár szinonimáikkal. Harrison & Donnelly (2011) szerint az okos városok fogalma az 1990-es évek végén terjedt el az intelligens növekedéssel kapcsolatos kutatásoknak köszönhetően. Giffinger et al. szerint (2007) az okos városok hat kulcsfontosságú területen haladó és kiemelkedő városok: gazdaság, mobilitás, kormányzás, környezet, emberek és életminőség.

Véleményem szerint az okos városok legátfogóbb és legteljesebb definícióját Caragliu et al. (2011) adja meg. E megközelítés szerint egy település akkor működik okos városként, ha az emberi és társadalmi tőkébe, valamint a hagyományos (közlekedés) és modern (IKT) kommunikációs infrastruktúrákba történő befektetések fenntartható gazdasági növekedést és magas életminőséget eredményeznek, és az erőforrások a kormányzásban való részvételen alapulnak.

Összefoglalva tehát, az okosváros képes reagálni a 21. században a városok előtt álló kihívásokra, mint például az éghajlatváltozás, a politikai és gazdasági instabilitás, javítja a társadalommal való kapcsolatokat, részvételen alapuló irányítási módszereket alkalmaz, bevezeti az információs és kommunikációs technológiát, az adatgyűjtést és -feldolgozást, jobb szolgáltatásokat és jobb életszínvonalat kínál, és nem pusztítja el a jövő generációi igényeinek kielégítéséhez szükséges erőforrásokat

A 2010-es években a big data és a dolgok internete (IoT – Internet of Things) megjelenése lehetővé tette a városi rendszerek valós idejű monitorozását, vezérlését és optimalizálását, ami jelentős hatással volt az okos városok fogalmára és definíciójára. Azáltal, hogy különféle szenzorokat és eszközöket csatlakoztatnak az adatok gyűjtéséhez és cseréjéhez, az IoT a nagyméretű adatelemzési képességekkel kombinálva lehetővé tette a városok számára, hogy dinamikusan és gyorsan reagáljanak a legnagyobb infrastrukturális elemekkel, például a közlekedéssel, az energiafelhasználással és a hulladékgazdálkodással kapcsolatos kihívásokra. Ez a változás az okos városokat elsősorban adatvezérelt környezetként definiálta újra, prediktív képességekkel a proaktív irányításhoz (Kitchin, 2013). Ugyanakkor aggódalmak merültek fel az adatvédelemmel, az adatmegfigyeléssel és az algoritmikus irányítással kapcsolatban is, ami a városi önkormányzatok részéről nagyobb átláthatóság, magasabb szintű elszámoltathatóság és a polgárok bevonásának igényéhez vezetett.

3. A fenntarthatóság és az okosság fogalmának konvergenciája

Bár az okos város eredetileg alapvetően a technológiára koncentrált, a fogalma abban gyökerezett (Albino et al., 2015; Cohen, 2012), a fenntartható város pedig ökológiai megközelítésben (Heymans et al., 2019). Az idők során a két koncepció között egyre nagyobb konvergencia figyelhető meg (Ahvenniemi et al., 2017). Ez a folyamat vezetett el az „okosabb város” koncepciójához, amely a fejlett információs és kommunikációs (IKT) eszközöket a hatékonyság, a fenntarthatóság, az egyenlőség és az életminőség javításának kontextusában értelmezi, végül pedig az okos fenntartható városhoz (Bibri & Krogstie, 2017).

Az okos város modern technológiákon keresztül nyújt szolgáltatásokat, amelyek növelik a város általános fenntarthatóságát. Az erőforrás-gazdálkodás optimalizálása és a szinte minden ágazatban megjelenő innovatív megoldások mind hozzájárulnak a városok fenntarthatóbbá

tételéhez, a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése, a hulladék mennyiségének csökkenése vagy akár a hatékonyság növelése révén.

Azonban az okos város és a fenntartható város fogalmai közötti tagadhatatlan konvergencia mellett a koncepció lényege a konkrét városfejlesztési célok sokfélesége miatt nem könnyen ragadható meg. A legfontosabb definíciós kísérlet a Nemzetközi Távközlési Unió (ITU) 2014-es tanulmánya, amely saját javaslatát az okos fenntartható város fogalmához kapcsolódó 116 korábbi definícióra alapozta. Eszerint „az okos fenntartható város egy innovatív város, amely az IKT-k és más eszközök használatával javítja az életminőséget, a városi működés és szolgáltatások hatékonyságát, valamint a versenyképességet, miközben biztosítja, hogy gazdasági, társadalmi és környezeti szempontból kielégítse a jelenlegi és jövőbeli generációk igényeit” (ITU, 2014: 1).

Az okosság és a fenntarthatóság konvergencia folyamatának jelenlegi irányai a következők:

- A „fenntarthatóság” dimenziójához kapcsolódóan: a projektek pénzügyi megalapozottságára való összpontosítás helyett (Popova, 2020) egy ökológiai megközelítés kerül előtérbe, amely a természeti és emberi szféra kölcsönhatását hangsúlyozza, és ezzel egyidejűleg egy még összetettebb megközelítés kerül előtérbe, amely figyelembe veszi a fenntarthatóság gazdasági, társadalmi és környezeti pilléreit (Lehtonen, 2004; Toli & Murtagh, 2020). Ennek megfelelően az IKT-megoldások bevezetése egyre inkább elavult, és öncélként értelmezik; fokozatosan átalakulnak a fenntartható városfejlesztés eszközeivé komplex értelemben.

- Az „okos” dimenzióhoz kapcsolódóan: az okosváros fogalomtörténetében a kezdeti, technológiavezérelt fázist követően, a 2010-es évek második felétől kezdődően az innováció fogalma, mely nem feltétlenül, nem kizárólagosan jelent technológiai innovációt, egyre hangsúlyosabbá vált (Nilssen, 2018). Ezek térnyerésével összefüggésben az egyes szolgáltatások – és a hozzájuk kapcsolódó digitális technológiai megoldások – helyett a szolgáltatásszervezés általános hatékonyságának kérdései kerültek domináns helyzetbe, előtérbe helyezve a menedzsment-fókuszú megközelítések széles skáláját (Mora et al., 2023).

A fenntartható városok képesek zöldterületek kialakítására a városi terekben a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése és a levegőminőség javítása érdekében, előmozdíthatják a megújuló energiák használatát a természeti erőforrások megőrzése és védelme érdekében, és elkötelezettek lehetnek a körforgásos gazdaság iránt (Iberdrola, 2021), ami azt jelenti, hogy ezekben a városokban az erőforrások beáramlása és a hulladék elhelyezése nem haladja meg a várost körülvevő környezet kapacitását (Liang et al., 2021).

A fenntartható városokkal kapcsolatos kifejezések talán legmagasabb szintjét az úgynevezett reziliens városok képviselik, amelyekre jellemző a különféle gazdasági-társadalmi-környezeti sokkhatásokhoz való gyors alkalmazkodás képessége. Az egyes fogalmak földrajzi elterjedtsége is változhat, míg az ököváros leginkább Ázsiában, a fenntartható város az angol nyelvű országokban, a zöld város pedig Észak-Amerikában terjedt el (Moir et al., 2014). A fenntarthatóság és az okosvárosok közötti kapcsolat tehát leginkább a fenntarthatóság három pillérének egyikeként jellemezhető (közvetlenül vagy közvetve, akár több pillér eredményeként is), amely befolyásolja az okos város összetevőinek teljesítményét. Az Európai Parlament

(2014) tanulmányai szerint (összesen 599 város mintája) az európai okosvárosok esetében a környezeti pillér a legfontosabb, amely a városok 33%-ában áll a középpontban, míg a gazdasági pillér csak a városok 11%-ában. Frost & Sullivan (2018) kutatása szerint az okos városok legdinamikusabban fejlődő összetevői 2025-re az intelligens kormányzás és az intelligens energia lesznek, ami azt jelenti, hogy a fenntarthatóság iránti igény várhatóan tovább fog növekedni.

1. táblázat: Az okos városok és fenntartható városok fogalmának fejlődése és konvergenciája

Időszak	Fenntartható városok	Okos városok	Kapcsolódás és konvergencia
1990-es, 2000-es évek	A fókusz az öködzájn és a zöld területek	Korai digitális infrastruktúra (Wi-Fi, szenzorok)	Minimális kapcsolódás, párhuzamos fejlődés
	Kyoto Egyezmény (1997) emisszió csökkentésének „nyomása”	Az első okos város projektek (pl. Szingapúr)	
2010-es évek	SDG (sustainable development goals) (2015) a fenntartható városi fejlődés hangsúlyozása	IoT/AI fellendülése, lehetővé teszi a valós idejű adathasználatot, elemzést	Kezdeti szinergia: Okos hálózatok (villamosenergia) a fenntartható erőforrások használata során, kerékpár-megosztó applikációk
	Párizsi Egyezmény (2016) felgyorsította a zöld technológiák fejlesztését	Az okos mobilitási megoldások elterjedése (Uber, elektromos mikromobilitás)	
2020-as évek	Zéró kibocsátású városokra vonatkozó vállalások (pl. C40 városok)	Mesterséges intelligencia által vezérelt város-menedzsment (közlekedés, hulladék kezelés)	Erős konvergencia: „Okos fenntartható városok” koncepciójának formalizálása
	Körkörös gazdaság	Digitális ikrek a várostervezés során	Technológia a fenntarthatóságért: mesterséges intelligencia által optimalizált klíma-reziliens infrastruktúra
Jövő	Karbonsemleges városok	Autonóm, összekapcsolt városi rendszerek	

Forrás: Saját szerkesztés.

A fenntartható városfejlesztés ezen innovatív megközelítése ötvözi az okos városok adatvezérelt eszközeit a fenntartható városok környezetbarát stratégiáival. A fejlett technológiák, mint például a mesterséges intelligencia, az IoT és a Big Data használatával célja a sürgető környezeti és éghajlati kihívások kezelése. Az okos városi megoldások nemcsak az ökológiai problémák nyomon követésének, megelőzésének és kezelésének képességét javítják, hanem az adatalapú döntéshozatal révén optimalizálják a szakpolitikai döntéseket és a tervezést is (Bibri et al., 2023; Gu et al., 2025).

4. A fenntarthatósághoz kapcsolódó okosváros-területek

A következőkben röviden bemutatjuk azokat a legfontosabb területeket, ahol az információs és kommunikációs technológiák, a digitalizáció, a gyors adatfeldolgozás és az egyéb, okosvároshoz kapcsolódó megoldások hozzájárulhatnak a fenntarthatóság növeléséhez.

4.1. Energiagazdálkodás

Az okoshálózat (smart grid) egy összetett rendszer, amelynek különböző összetevői (okosmérők, okoskészülékek, megújuló energiaforrások és kétirányú áramellátás) mind a rendszer hatékonyságának és hosszú távú fenntarthatóságának növelését célozzák. Az okoshálózatok első hivatalos definícióját az Egyesült Államok Kongresszusa fogadta el 2007-ben a 2007. évi Energiafüggetlenségi és Biztonsági Törvény (EISA, 2007) részeként. Ez a törvény tíz pontban határozta meg az okos hálózattal szembeni követelményeket és elvárásokat. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

- digitális információs és irányítási technológiák széles körű használata az elektromos hálózat megbízhatóságának, biztonságának és hatékonyságának növelése érdekében;
- a hálózat működésének és erőforrásainak dinamikus optimalizálása, az átfogó kiberbiztonság biztosítása mellett;
- elosztott energiaforrások, beleértve a megújuló energiaforrásokat is, integrálása a rendszerbe;
- a felhasználói oldali igények hozzáigazítása a rendelkezésre álló erőforrásokhoz (keresleti válasz) és a felhasználói oldali erőforrások hatékony integrálása;
- okos felhasználói végberendezések integrálása;
- hatékony energiatárolási megoldások integrálása;
- az elektromos hálózathoz csatlakoztatott eszközök kommunikációjának és interoperabilitásának biztosítására kidolgozott szabványok végrehajtása.

4.2. Fenntartható közlekedés és mobilitás

A városokban élő embereknek sokszor naponta jelentős távolságokat kell megtenniük. Ezért fontos, hogy olyan közlekedési infrastruktúra (utak, hidak, parkolóhelyek, metró- és villamosvonalak, tömegközlekedési járművek stb.) álljon rendelkezésre, amely hatékonyan képes kielégíteni az ilyen tömegek mobilitási igényeit. Az infrastruktúrát azonban gyakran nehéz bővíteni a városi népesség hirtelen növekedéséhez képest. Gyakoriak a közlekedési

dugók, ami magas légszennyezést és szükségtelen üzemanyag-fogyasztást eredményez. Fokozódik a stressz, sok a kieső munkaóra, és az áruszállítás lassú. Ezeket a problémákat lehetőség szerint megfelelő infrastrukturális fejlesztésekkel, valamint a meglévő infrastruktúra hatékonyságát javító infokommunikációs megoldások bevezetésével lehet orvosolni.

Az okos városok közlekedési problémáit leghatékonyabban a széles körben elérhető és a lehető leghatékonyabb tömegközlekedési infrastruktúra kiépítésével lehet általában kezelni. A tömegközlekedési járművek kiszámíthatóságát erősítik az egyre több városban bevezetésre kerülő GPS-alapú követési megoldások: ha minden buszra és villamosra GPS-vevőt helyezünk el, amely valós időben pozicionálja az adott járművet, és a jármű mobilhálózati kapcsolaton keresztül elküldheti helyzetét a központi irányítórendszernek, akkor nagyon pontos és valós idejű képet kaphatunk a tömegközlekedési járművek pontos helyzetéről és sebességéről. Erre épülhetnek hatékony útvonaltervezési megoldások, amelyek lehetővé teszik az utasok számára, hogy akár több jármű használatával is optimális útvonalat tervezzenek úticéljukhoz.

A több millió lakosú megapoliszok esetében a megfelelő közlekedési infrastruktúra (utak, villamosok, metróalagutak, tömegközlekedési járművek) kiépítése és karbantartása mellett elengedhetetlen a közlekedés lehető leghatékonyabb megszervezése, irányítása és lebonyolítása is, beleértve a már említett telepített vagy tömegérzékelésen alapuló érzékelő infrastruktúra által gyűjtött adatok figyelembevételét. Az okos közlekedésirányítás számos különböző mechanizmust foglalhat magában, amelyek közül néhány központosított logikát és irányítást feltételez, míg mások a közlekedésben részt vevő szereplők (gépkocsivezetők, kerékpárosok, gyalogosok, tömegközlekedési járművek utasai) elosztott, de együttműködő viselkedési mintáin alapulnak.

Városaink egyik alapvető problémája, hogy a motorizáció terjedésének következtében a hagyományos gyalogos és kerékpáros közlekedési formák terei is elvesztek, ami több szempontból és komplex módon befolyásolja városaink élhetőségét:

- A gyalogos és kerékpáros közlekedés egészséges mozgásforma. A gyaloglás és a kerékpározás jelentősen hozzájárul mindennapi egészségünk megőrzéséhez.
- Társas kapcsolatok csak akkor alakulhatnak ki, ha a gyalogosok használják a teret. A közterek fejlesztése és a közszolgáltatások nyújtása elősegíti a polgárok társas kapcsolatainak fejlődését. Ezek a közterület-fejlesztések lehetővé teszik a funkcionális kapcsolatok és kapcsolatrendszerek kialakulását, és hozzájárulhatnak az emberek boldogságához. A társas kapcsolatok az emberek boldogságának egyik legfontosabb tényezői (Barsi, 2024).
- A gyalogos közlekedés lehetőségének biztosítása elengedhetetlen a helyi kereskedelem, a helyi közigazgatás és a közösségi létesítmények fennmaradásához, amelyek nagymértékben hozzájárulnak a helyi közösségek fejlődéséhez. A gyaloglás és a kerékpározás társadalmilag igazságos közlekedési formák.
- Nem szennyezik a környezetet.

Fontos tehát, hogy a közlekedés fejlesztése során a gyalogos- és kerékpáros közlekedés terei, lehetőségei újból megteremtődjenek, hangsúlyt kapjanak.

4.3. Hulladékgazdálkodás és körkörös gazdaság

A hagyományos hulladékgazdálkodás elsősorban a keletkezett hulladék kezelésére koncentrál, míg a körkörös gazdaság szemlélete ennél jóval továbbmegy: célja, hogy a hulladék ne a folyamat vége, hanem egy új körforgás kezdete legyen. Ez az elv a „reduce, reuse, recycle” hármasára épül, amely az anyagok és termékek életciklusának meghosszabbításával csökkenti az erőforrás-felhasználást és a környezeti terhelést.

Az okosvárosok a technológia és az adatelemzés segítségével támogatják e folyamatokat. Az intelligens hulladékgazdálkodási rendszerek például szenzorokkal mérik a gyűjtőedények telítettségét, optimalizálják a szállítási útvonalakat, és valós idejű adatokat szolgáltatnak a városi döntéshozóknak. Emellett digitális platformok ösztönzik a lakosságot a szelektív gyűjtésre és az újrahasznosításra.

E három terület együttese – a hatékony hulladékgazdálkodás, a körkörös gazdasági modell és az okosvárosi infrastruktúra – képezi a fenntarthatóság gyakorlati alapját. Az erőforrások körforgásban tartása, a kibocsátások csökkentése és az adatalapú döntéshozatal révén az okosvárosok nemcsak élhetőbbé, hanem környezetileg felelősebbé is válnak.

Ezen a területen tehát a célok a következők:

- A hulladékgazdálkodás hatékonyságának javítása a hulladék teljes „életciklusából” (keletkezés, gyűjtés, szállítás, részleges újrahasznosítás, megsemmisítés stb.) származó adatok feldolgozásával.
- Intelligens hulladékgyűjtési megoldások alkalmazása, a hulladékgyűjtési útvonalak optimalizálása a begyűjtendő hulladék mennyiségének érzékelésével.
- A hulladék újrahasznosításának elősegítése a hulladék útjának követésével.
- Okos hulladékhasznosítás a zöldterületek növelése érdekében.
- Körforgásos gazdasági modell: az erőforrások újrafelhasználásának elősegítése

4.4. Vízmegtartás és okos vízgazdálkodás

A gyors urbanizáció, a klímaváltozás és a növekvő vízigények miatt a városok egyre nagyobb kihívásokkal szembesülnek a vízellátás és vízhasználat terén. Az okos vízgazdálkodás technológiai és adatalapú megoldásokat alkalmaz a vízkészletek hatékonyabb kezelésére. Intelligens mérőrendszerek, szenzorok és hálózatba kapcsolt eszközök segítségével valós időben követhető a vízfogyasztás, a vízminőség és a hálózati veszteségek. Az adatok elemzése lehetővé teszi a gyors beavatkozást például csőtörés vagy szivárgás esetén, ezáltal csökkentve a pazarlást és a költségeket.

A vízmegtartás ugyanakkor a természetes és mesterséges rendszerekben történő vízviisszatartást jelenti. Az okosvárosokban ez megvalósulhat zöld infrastruktúrák – például zöldtetők, esőkertek, áteresztő burkolatok – révén, amelyek lassítják a csapadék lefolyását, elősegítik a talajvíz utánpótlását és mérséklik a városi hőszigetelést.

A vízgazdálkodás területén a technológia a következőképpen szolgálhatja a fenntarthatóságot:

- Városi vízhasználati reform – A jelenlegi városi vízinfrastruktúra rendkívül pazarló, mivel a háztartások az egészséges ivóvizet az iváson és a főzésen kívül minden másra is használják, például mosásra, felmosásra, sőt még a WC öblítésére is. Ezért szükséges lenne ezeket praktikus módon elkülöníteni, különben ebben a rendszerben a folyamatosan növekvő városi népesség kimeríti az ivóvízkészleteket, a víz ivóvíz minőségűre történő tisztítása, valamint az előregedő hálózat folyamatos tisztítása és a cseréjére irányuló igény pedig rendkívül drágává teszi a víz árát. Rövidtávon a vízfogyasztás külön mérése és a fogyasztás folyamatos nyomon követése jelentős vízmegtakarítást eredményezhet.

- Okos mérőhálózat. A víziközmű többszintű rendszerében (háztartás, társasház, kerület, város, vízgyűjtő) a gazdaságos vízhasználatuk hatása egyetlen szinten sem érezhető. Ezért szükséges lenne egy okos mérőhálózat telepítésére, amely lehetővé tenné a megtakarítások mérését minden „lépésben”, és annak nyomon követését a rendszer egészében. Ez lehetővé tenné a kevésbé hatékony területek azonosítását.

- A városi szennyvízkezelés reformja. A különböző szennyezettségi szintű háztartási szennyvíz (szürke – mosás, fekete – például WC-öblítés) kombinált kezelése nagyon pazarló, hasonlóan az ivóvíz-gazdálkodáshoz.

- A szennyező anyagok „életciklusának” monitorozása – A szürke és fekete szennyvíz szétválasztása, valamint a szennyvíz monitorozása a keletkezési ponttól a hálózati pontokon keresztül a tisztítótelepig, onnan pedig a tisztított szennyvíz újrafelhasználásáig stb., valamint a folyamatos mennyiségi és szennyezettségi mérés a kiindulópontja az intelligens szennyvízgazdálkodás fejlesztésének.

- A szennyvízhálózat (és tisztítás) decentralizációja – A hierarchikus vízhálózat decentralizációjával párhuzamosan érdemes lakótömbök, utcák vagy települések szintjén is megvalósítani a decentralizációt, a fentiek szerint mért adatsorok alapján.

- A decentralizált rendszereket ezért a körülményektől függően (szürke és fekete szennyvíz, anaerob tisztítás) kell tervezni. Megfelelő műszerezettséggel bizonyos szintű szennyvíztisztítás helyben, sőt akár a csatornában is elvégezhető. Hosszabb távon célszerű nagyobb arányban áttérni a decentralizált tisztításra.

- Okos vízfelhasználás, esővíz- és szennyvízhasznosítás. Az újrahasznosítható szennyvíz újrahasznosítását támogató mérő- és szabályozó érzékelőrendszer fejlesztése környezetileg fontos, de hosszútávon jelentős költségmegtakarítási lehetőséget is jelent.

- Kórházi és ipari szennyvíz. A modern IKT-rendszerek segítségével lehetőség nyílik a kórházi és ipari szennyvíz célzott, adatokon alapuló kezelésére, és különösen az emberekre és a környezetre közvetlen kockázatot jelentő szennyező anyagok eltávolítására.

4.5. Fenntartható várostervezés, városi zöld területek

A fenntartható várostervezés, a zöld infrastruktúra és az okos technológiák együtt teremtik meg a jövő városát: olyat, amely energiatakarékos, környezetbarát és emberközpontú. Az okosváros nem pusztán digitális, hanem természettel együttműködő városi ökoszisztéma, ahol a zöldterületek és az innováció közösen biztosítják a fenntartható jövőt.

A fenntarthatóság és az „okosság” figyelembevétele a várostervezésben a következőket jelenti:

- Alacsony energiaigényű környezet megteremtése területi tervezési eszközökkel.
- Társadalmi igazságosság: a közszolgáltatásokhoz való minél szélesebb körű hozzáférés biztosítása.
- A zöldfelületek és az épített környezet egyensúlyának megteremtése.
- A környezetvédelem biztosítása a lehető legtöbb eszköz felhasználásával: csapadékvíz-gazdálkodás, hulladékhasznosítás, zöldfelületek folytonossága, növény- és állatvédelem, zöld energia felhasználása.
- Minőségi, hozzáférhető és társadalmilag komplex lakókörnyezet mindenki számára.
- Minőségi közterek és tömegközlekedés biztosítása.
- A meglévő műszaki és infrastrukturális létesítmények hatékonyságának növelése.

A fenti célok elérésének módja és módszertana azonban nem magától értetődő és egyértelmű. Számos alapelvet ismerünk, de nem ismerjük a fenntartható környezettervezés és városrendezés pontos módszertanát, sőt, talán a fogalom pontos jelentését sem. Az építészeti tervezési módszertanban arra szocializálódunk, hogy egy projekten addig dolgozzunk, amíg az be nem fejeződik. A fenntartható tervezésre azonban inkább folyamatként kell gondolnunk. A fenntarthatóság nem statikus állapot, hanem inkább egy iteratív megközelítés a folyamatos kontrollon – azaz a folyamatos aktív részvételen – keresztül.

Környezettudatosak nem lehetünk környezetünk lehető legpontosabb felmérése és megértése nélkül. A meglévő helyi erőforrások hasznosításához a környezeti jellemzők (épített környezet, természeti környezet, éghajlat stb.) pontos feltárása szükséges, nem pusztán jellemzőként, hanem egy komplex rendszerként kezelve azokat, amelynek minden beavatkozás része lesz. A környezettudatos beavatkozás ezért megköveteli a jellemzők részletes ismeretét és figyelembevételét; a kapcsolatrendszerek meghatározását. Fontos a projekt és a helyszín, a közösség és az ökológiai jellemzők közötti kapcsolatrendszer erősítése. A természeti rendszerek működtetése során a lehető legkisebb változtatásokat kell végrehajtani, és a helyre jellemző tényezőket kell erősíteni. Ehhez elengedhetetlen a környezeti jellemzők átfogó stratégiai (a tágabb városi környezet és a település kontextusa), lokális (városrész, települési szintű kapcsolataival) és építészeti léptékű (városi helyzet vagy néhány telek) megértése. Az erőforrás-megtakarítás, valamint az az elv, hogy a meglévő természeti környezetet vagy mezőgazdasági területet csak akkor szabad eltávolítani és beépíteni, ha az adott funkcióhoz megfelelő terület a településen máshol nem biztosítható, azt a logikát sugallja, hogy a lehető legtöbb épített környezeti elemet hasznosítsuk és hasznosítsuk újra.

5. Lehetséges buktatók és tanulságok

5.1. Fenntarthatóság és okosság a gyakorlatban

Amikor fenntarthatóságról beszélünk, az ember alkotta rendszerek (létesítmények, ágazatok, városok, szervezetek) fenntartását, vagy a természetes rendszerek ember általi elpusztításának megakadályozását akarjuk elérni. Tehát nem pusztán a természet és a környezet védelméről

van szó, hanem a társadalom és az emberi tevékenységek különböző rendszerei működési feltételeinek biztosításáról.

Rendszereink fenntarthatóságának külső feltétele az a követelmény, hogy ne tegyék lehetetlenné a körülöttük lévő környezeti rendszer fennmaradását. A vonatkozó feltételeket Daly (2005) két követelmény formájában foglalja össze világosan: (1) a környezetből felvett bemenet nem haladhatja meg a környezeti erőforrások regenerációs ütemét (azaz megújuló erőforrásokat kell használnunk), (2) A kibocsátás nem haladhatja meg a természet elnyelőképességét (azaz a kibocsátásnak is egy bizonyos szinten belül kell maradnia).

A feltételek teljesülése csak a környezetben mérhető, mivel a környezet regenerációs sebességéről és abszorpciók képességéről van szó. Értékelésükhöz környezetvédelmi szakértőkre, környezeti ismeretekre, mérésekre és modellekre van szükség. Maga a környezet természetes módon ad visszajelzést, de ez túl későn érkezik, és általában valamilyen katasztrófát jelent. Szükség van olyan visszajelzésre, amely a működtetett rendszerből ismert, de nem érzékelhető problémákat, például a kibocsátások vagy az anyagfelhasználás többletét, időben jelezne a rendszernek, hogy az időben reagálhasson. Ez pontosan a működtetett rendszer fenntarthatóságának belső (rendszerműködési) feltétele. Vagyis annak biztosítása, hogy az általunk irányított tevékenységi rendszer érzékelje a rá vonatkozó peremfeltételeket, és ennek megfelelően működjön; e működés önszabályozó belső alrendszerei fejlődjenek ki (alkalmazkodás, kockázatkezelés stb.). Nagyon fontos, hogy a belső feltételek és szabályozások kidolgozása a működtetett rendszer részét képezze, és ennek megfelelően fejlesztése nem környezetvédelmi szakembereket igényel, hanem olyanokat, akik ismerik az adott rendszer működését, jártasak az adott területen (és akik értik a környezeti összefüggéseket). Nem okos, hanem technokrata fejlődésről van szó, amikor maga a technológia jelenik meg a városfejlesztés céljaként, az életmód, az élhetőség és a városi társadalmi célok elérése nélkül. A modern technológia előfeltétele a modern, fenntartható, erre épülő okos városműködésnek, de az utóbbi célok figyelembevétele nélkül kifejlesztett technológia akár regresszív is lehet (központosító, nem átlátható, nem nyitott a társadalmi együttműködésre, az üzemeltetési szempontokat helyezi előtérbe a felhasználói elégedettséggel szemben stb.).

Ezért több évtizednyi okosváros-kutatás, számtalan okosváros-kezdeményezés, projekt, értékelési rendszer, index, rangsor; az okosvárosi és okosközösségi projektekben való részvétel tapasztalatai után meg kell fogalmaznunk tanulságokat és az elkerülendő buktatókat ahhoz, hogy valóban fenntartható okosvárost tudjunk létrehozni. Az okosvárosokat úgy kell megtervezni, hogy minden projekt középpontjában az emberek boldogsága, életminősége álljon.

5.2. Az okosváros-fejlesztések és -projektek tanulságai

Bár az információs és kommunikációs technológiák a koncepció lényeges elemei, alkalmazásuk nem a végső cél, csupán eszköz az okos települések végső céljának eléréséhez, az emberek jólétének javításához. A nagy multinacionális vállalatok, mint például az IBM, a CISCO és a Siemens, kidolgozták saját okosváros-elméleteiket, valamint intelligensváros-megoldásaikat és -programjaikat. Az intelligens városok lényege az IT-vállalatok számára a komplex információs

rendszerek kidolgozására, telepítésére és használatára utal, amelyek a városi infrastruktúra és szolgáltatások integrált működését célozzák.

A szakpolitikai koncepciók és a profitmaximalizálásra összpontosító üzleti modellek közötti elmosódott határok szemantikai zavarokat és etikai problémákat okoznak. Townsend (2014) keményen kiállt az ellen, hogy az olyan vállalatok, mint az IBM és a CISCO szerint az okosváros-kezdeményezések bármely város számára méretezhetőek. Az okosvárosoknak hatékonyaknak kell lenniük, de meg kell őrizniük a spontaneitást, a társas kapcsolatok kialakulásának lehetőségét is. Ha minden véletlenszerűséget „kiprogramozunk” a városokból, akkor gazdag, élő organizmusok helyett, buta, mechanikus automatákat (robotokat) hozunk létre (Townsend, 2014). A mesterségesen kialakított és létrehozott New Songdo City bukása jó példa erre a jelenségre. Hasonló kritikát fogalmazott meg Greenfield, aki a Siemens okosváros-vízióját bírálta (Siemens, 2008), amelyben a tökéletesen autonóm és intelligens IT-rendszerek tökéletesen ismerik a felhasználói szokásokat, fogyasztási mintákat és viselkedést, így tökéletes döntéseket tudnak hozni az erőforrások optimális felhasználása, valamint a költséghatékonyság érdekében. A világ, beleértve a városokat és az embereket is, működése azonban nem érthető meg tökéletesen, nem alakítható át veszteségek és torzulások nélkül IT-rendszerre, és nincs olyan megoldás, amely minden emberre és városra egyformán alkalmazható, amely a városban élő összes polgárt egyformán kielégíti (Greenfield, 2013). Cohen & Adams (2017) szerint az okosvárosokat úgy kell megtervezni, hogy minden intézkedés és projekt az emberek boldogságát szolgálja.

Ad-hoc okosváros-kezdeményezések és -projektek megvalósítása nem segíti elő, nem javítja a város jobb működését. A cél az lenne, hogy az innovatív fejlesztések ne véletlenszerűen valósuljanak meg, hanem a településeknek legyen okosváros-stratégiájuk, vagy olyan városfejlesztési stratégiájuk melyben integráltan szerepelnek az okosvároshoz kapcsolódó fejlesztések is; egy jövőkép, a fejlesztéshez szükséges projektötletek és operatív intézkedések is, valamint ezek időbeli megvalósításának, sorrendjének a terve. A stratégia és a jövőkép kell, hogy meghatározza a szükséges technológiai fejlesztéseket.

A megvalósított fejlesztések közül sokat nagy, multinacionális technológiai vállalatok kezdeményeztek. A városok olyan projekteket valósítottak meg, amelyekkel az IKT-cégek kopogtattak az ajtajukon, anélkül, hogy figyelembe vették volna, az adott program mennyire illeszkedik a város fejlesztési stratégiájába, illetve a lakosság elvárásaihoz és igényeihez. Még egy alapvetően jó szándékú és előremutató kezdeményezés is hivatalos tervezetknél és feladatok kipipálásánál köt ki, ha a korábbi gyakorlathoz hasonlóan a stratégiát és a koncepciót eseti, kötelező papírmunkának tekintik, amelyet nem használnak fel valós célokra, és amelynek egyetlen célja, hogy a korábban kitalált, megtervezett, dédelgetett projektek benyújthatók legyenek és finanszírozási támogatást kapjanak.

Az okos- és fenntartható város megteremtése nem kizárólag a város, a helyi önkormányzat felelőssége. Egy versenyképes és innovatív, a minőségi fejlesztést hangsúlyozó település fejlesztéséhez, ahol a fenntartható fejlődés gondolata dominál, szükséges a város, a civil szervezetek, az informatikai cégek, a kormányzati, közmű- és közszolgálati intézmények, az egyetemek, kutatóintézetek, a városrendezők és a lakosság együttműködése. Természetesen

az ilyen különböző szervezetek, személyek és érdekek együttműködése nem könnyű feladat, de enélkül elképzelhetetlen egy okostelepülés létrehozása. Az okosváros kialakításának alapvető feltétele a politikai akarat, a megfelelő vezető, aki szívügyének tekinti a projekteket. Ehhez megfelelő szakmai háttér, valamint a helyi közösséggel való együttműködésre való hajlandóság is szükséges. A helyi közösségek bevonása nélkül egyetlen okosváros-projekt vagy -kezdeményezés sem működhet sikeresen. Ehhez szükség van a helyi közösségek igényeinek és elvárásainak ismeretére, a lakossággal való folyamatos kommunikációra, a kritikák és visszajelzések elfogadására, valamint a lakosság részéről is megértés és elkötelezettség kialakítására.

Kezdetben az okosváros-megoldások kizárólag a nagyvárosokra koncentráltak, olyan projektekkel és programokkal, melyek kizárólag ilyen településeken valósíthatóak meg. Néhány kisebb település képes volt arra, hogy meggyőzően mutassa be, hogyan fordíthatná a helyi közösség hasznára a digitalizációt, de jobbára elakadtak a későbbiekben, ahol szélesebbkörű szakértelemre és jóval nagyobb forrásra lett volna szükségük, így nem jutottak a fejlesztés következő szakaszába. Pedig a digitalizáció és az okos megoldások és technológiák által nyújtott előnyök integrációja a várostervezésbe és városmenedzsmentbe a kisebb települések számára is nagyon hasznos lenne. Ráadásul a kisebb közösségben a konszenzus létrehozása általában jóval egyszerűbb, mint egy metropoliszban.

5.3. Elkerülendő buktatók

A bevezetett okosváros-kezdeményezéseket gyakran nem a város és az ott élő lakosok igényei, hanem a rendelkezésre álló források és pályázatok alakították. Így ezek a – gyakran kísérleti – projektek a támogatás lejárta után nem folytatódtak, kudarcot vallottak.

Az egyes települések mérete, adottságai, természeti környezete, hagyományai, történelmi múltja, gyökerei nagyon eltérőek lehetnek. Ezért nem lehet egyetlen és univerzális, minden településre alkalmazható okosvárosmodellt kidolgozni és követni. A helyhez kötöttség, a regionalizmus, valamint a szubszidiaritás elve az elmúlt évtizedekben népszerűvé vált, a környezetvédelmi kérdések pedig komoly bizonyítékot szolgáltatnak arra, hogy mindezt szakpolitikai érvekkel is alá lehet támasztani. A lokális megközelítés elengedhetetlen a különböző helyi adottságok (településszerkezettől a domborzaton át a vízbázis jellemzőiig) miatt. Ezek gyakran nem egyetlen településre, hanem egy nagyobb területre jellemzőek, ilyen esetekben a területi differenciálódásnak túl kell haladnia a települési szinteket (ugyanakkor elvileg nem kizárt, hogy az érintett települések együttműködése ezt létrehozhatja). Például léteznek több települést érintő légszennyezettségi övezetek, amelyekre külön hatósági terveket készítenek, és előírározzák a szükséges beavatkozásokat a központilag meghatározott határértékek betartása érdekében. De ugyanez a megközelítés érvényesül más területeken is. A vízvédelmi szabályozásban a felszín alatti vizek érzékenysége vagy a felszíni vizek minősége és funkciói szerint differenciált (központi) szabályozásokat alkalmaznak. A természetvédelemben a területek különleges védelme területi differenciálást is jelent (más kérdés, hogy itt a települési hatáskör tekintetében is lehet-e differenciálást végezni).

Az ország földhasználati övezeti rendszere (a területi és településrendezési tervekben feltüntetett övezeti kategóriákra vonatkozó követelményrendszer) számos környezetvédelmi kérdésben (különösen a föld- és természetvédelemben) is szerepet játszik. A környezetvédelmi hatóságok az általuk kiadott engedélyekben meghatározzák a környezethasználó számára szükséges intézkedéseket (például a védőövezet kiterjedését), technológiákat és határértékeket, figyelembe véve az adott környezet sajátosságait.

Mindezek fontosak, de nem elegendőek, mivel hiányzik belőlük a helyi közösség kezdeményezése, a jövőbeli helyi fejlesztési elképzelések, és mivel a döntések többnyire nem helyben születnek (azaz nem települési szinten, a lakosság vagy a választott testületek által), többnyire alacsony pontossággal és legitimitással rendelkeznek. Azok a döntések, amelyek helyi szinten, a helyi lakosok bevonásával születnek, nemcsak megalapozottabbak, hanem sikeresebbek is lehetnek. Ésszerű, hogy a helyi önkormányzatok a környezetpolitika területén különféle eszközöket kapjanak a központi szabályozás kiegészítésére és konkretizálására, saját környezetpolitikájuk meghatározására és érvényesítésére.

Hangsúlyoznunk kell a helyi kezdeményezések fontosságát. Helyi kezdeményezések alatt a (helyi) közakarat és közvélemény kialakítását, az eseti akciókat és mozgalmakat, a társadalmi hálózatok/közösségek létrehozását, valamint a helyben kialakult viselkedési minták és szabályok elfogadását értem, amelyek szerepét a központi/egyetemes szabályokkal összehasonlítva szintén hangsúlyoznom kell, mivel ezek egy fenntartható ökológiai-társadalmi rendszer nélkülözhetetlen építőkövei.

A környezet védelmét célzó nemzetközi kezdeményezések (köztük például az éghajlatvédelem) sorozatos kudarcai és hiányosságai különösen arra hívják fel a figyelmet, hogy a települések nem számíthatnak arra, hogy a magasabb szintű szervezettség sikeresen megoldja a globális környezeti problémákat, kihívásokat. Az államok közötti (gazdasági) verseny megnehezíti az érdemi kötelezettségvállalások megtételét. Amíg a nemzetközi közösség minden tagja nem jut megállapodásra, addig is lehet helyi szinten sikereket elérni, még akkor is, ha az ökológiai fenntarthatóság nem valósítható meg. Más szóval, a helyi közösségeknek a kezükbe kell venniük a környezetvédelem kérdését, ha úgy tetszik, „vissza kell szerezniük a hatalmat” az erőforrásaik felett, amelyek segítségével meg kell védeniük azokat, és együttal fel kell készülniük a környezeti változásokhoz való alkalmazkodásra.

Az empirikus eredményeket, miszerint az okosváros-modellek technokratikusabb értelmezése helyett az emberközpontú tervezés szükségességét kellene hangsúlyoznunk, számos elméleti koncepció is megerősíti és alátámasztja. A kritikai urbanizmus, a részvételi kormányzás és a szereplő-háló elmélete (ANT) olyan fogalmak, amelyek segítenek megérteni és alakítani a városi életet. A kritikai urbanizmus a városokon belüli hatalmi dinamikákra és társadalmi egyenlőtlenségekre összpontosít. Interdiszciplináris megközelítésként hangsúlyozza a társadalmi igazságosságot, a hatalmi struktúrákat és a városi környezetben tapasztalható rendszerszintű egyenlőtlenségeket. Kritizálja a hagyományos várostervezési és -fejlesztési gyakorlatokat, megkérdőjelezve, hogy kik profitálnak a városi politikákból, és kinek a hangja marginalizálódik (Harvey, 2019; Yiftachel, 2009). A részvételi kormányzás hangsúlyozza a polgárok bevonását a döntéshozatalba. Arnstein (1969) cikke még mindig az egyik legtöbbet

idézett és legbefolyásosabb írás a területen. A cikk a polgárok kormányzati döntéshozatal feletti befolyásának és tekintélyének növekedését mutató „létrát” ír le. A részvételi kormányzás az inkluzívabb és demokratikusabb döntéshozatal felé való elmozdulást jelenti. A polgárok véleményének a politikaalkotásba való integrálásával a kormányok fokozhatják az elszámoltathatóságot, a legitimitást és a hatékonyságot. Míg a szimbolikus költségvetés és az egyenlőtlen részvétel továbbra is fennállnak, a strukturált mechanizmusok – mint például a részvételi költségvetés és a digitális platformok – enyhíthetik ezeket a problémákat. Ahogy a társadalmak fejlődnek, az érdemi nyilvános szerepvállalás előmozdítása továbbra is elengedhetetlen lesz a reagáló és méltányos irányítási rendszer kiépítéséhez.

A legújabb városkutatások egyre inkább újraértelmezik az összekapcsolódó városi rendszerek összetettségét és dinamikáját. Latour (2005) szereplő-háló elmélete (ANT) szerint, az emberi, társadalmi és technikai elemek egyenlő jelentőségűek a rendszeren belül. Ezek a különböző elemek együttesen vesznek részt egy folyamatos, dinamikus hálózatépítési folyamatban, ahol a különböző jelenségek – beleértve a társadalmi jelenségeket is – megértése a közöttük lévő kapcsolatokról fakad. Lényegében ez a perspektíva a városfejlődés belső összetettségének és hiányosságának reprodukálását három progresszív lépésen keresztül ragadja meg:

- a városi rendszeren belüli összes aktív komponens azonosítása,
- az egyes elemek funkcióinak meghatározása, és
- a közöttük lévő összefüggések hangsúlyozása.

5.4. Az okosság és a fenntarthatóság konfliktusai, élhető városok létrehozása, tudatosság

Az okosváros-technológiák további fejlesztései nem feltétlenül vezetnek fenntarthatósághoz. A környezeti és társadalmi kérdéseket nem mindig veszik feltétlenül figyelembe (Blasi et al., 2022). A fenntarthatóság (beleértve annak környezeti, gazdasági és társadalmi megközelítéseit) nem luxus, hanem a települések versenyképességének egyik feltétele. Ezt (különösen a környezeti fenntarthatóságot) azonban nem minden önkormányzat ismeri fel és érvényesíti. Sem szándék, sem megfelelő tudás nincs meg hozzá.

A helyi társadalom rezilienciájának erősítése komplex megközelítést igényel, amelynek elméleti alapjai – a fenntartható fejlődés gondolata – túl elméletiek a jellemzően gyakorlatias, kézzelfogható megközelítéseket előnyben részesítő helyi önkormányzatok számára. Ez is hozzájárul ahhoz, hogy maga a koncepció is folyamatosan fejlődik, és számos gyakorlati megközelítéssel egészül ki, ami megkönnyíti az értelmezését (egyszerűsítését). Könnyen belátható, hogy ez nem ugyanaz a megközelítés, mint a fenntarthatóság (mert kevesebb annál, vagy legfeljebb annak „gyenge felfogását” tükrözi), de annak részeként könnyen érthető egy helyi önkormányzat számára, például, ha a jóllét és a termelékenység fenntartásáról, vagy – az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljainak szavaival élve – az „élhető” települések létrehozásáról/megőrzéséről beszélünk (Fodor, 2019).

Az „élhető település” kategória – kiterjesztve jelentését a kiváló környezeti minőségre, a lakhatási körülményekre, a közszolgáltatásokra, a közbiztonságra, a befogadó közösségekre stb. – általános, mondhatni divatos szóvá vált. Az olyan fogalmak, mint a közbiztonság és a

befogadó közösségek, egyre inkább elterjedt kifejezésekké válnak, gyakran inkább marketingcélokat szolgálnak, nem pedig érdemi kötelezettségvállalást. Nem tükröződnek fontos tényezőkként a települések közötti versenyben, a magasan képzett munkaerő iránti keresletben, valamint a turizmusban, amely alacsony zajszintet, kellemes, zöld környezetet, tiszta vizet, megfelelő hulladékgazdálkodást, a környezetvédelem iránt – fejlesztésein keresztül is – egyértelműen elkötelezett önkormányzatot igényel (Csapó, 2024). Ezek inkább csak szükséges, de nem feltétlenül elégséges feltételek. A nagyobb városok általában nagyobb affinitást mutatnak a fenntarthatóság iránt, több erőforrással, valamint képzettebb és hozzáértőbb apparátussal rendelkeznek, így a fenntarthatósági kérdések nagyobb szerepet játszhatnak a városfejlesztésben, és a stratégiák integrált részét képezhetik. Sok esetben azonban egy nagybefektető megjelenése felülírhatja a városokban kibontakozó fenntarthatósági elképzeléseket. Ebben az esetben a munkahelyteremtés és a gazdasági növekedésre való törekvés felülírhatja a fenntarthatósági szempontokat, vagy legalábbis ütközhetnek egymással.

Sok esetben jelent problémát az, hogy a települések nem látják át a fenntarthatóság minden aspektusát, mivel ez egy nagyon összetett fogalom, és nem rendelkeznek megfelelő tervezési kompetenciával, ezért nem tudnak olyan stratégiát alkotni, amely megfelelően figyelembe venné a fenntarthatósági szempontokat, és nem veszélyeztetné annak egyetlen elemét sem.

A fenntarthatóság feltételez egy (környezet)tudatos, proaktív és a demokratikus értékek érvényesítésére törekvő helyi közösséget. Egy olyan közösségben (társadalomban), amely a természeti erőforrások anyagi értékén és az általuk közvetlenül nyújtott ökoszisztéma-szolgáltatásokon túl felismeri és elfogadja, hogy ezeket a kincseket önmagukért (vagy ha úgy tetszik, a természeti környezet más elemeiért, vagy a jövő generációinak nyújtott szolgáltatásokért) védeni kell, és esetleg lokálpatriótaként is fontosnak tartja a helyi értékek megőrzését (sőt, éppen ezen természeti és épített objektumok kiemelt értékére tekintettel), az önkormányzat fenntarthatósági törekvéseinek nagyobb esélyük van. Sajnos ez a helyzet csak kevés településen áll fenn. Jellemző, hogy a rövidtávon felmerülő és a közösségen belüli konfliktus forrását jelentő környezeti problémák nagyobb figyelmet kapnak, mint a súlyosabb, a hosszú távú fennmaradást veszélyeztető, de ma talán kevesebb figyelmet kapó problémák. Például egy turizmusból élő fürdőváros esetében kiemelkedő környezeti érdek lehet az éjszakai zajszint csökkentése vagy az esztétikus (rendezett) környezet megteremtése, miközben a jövedelem és a turizmus növelése érdekében egyre több termálvizet termelnek ki és hasznosítanak pazarlóan, megfelelően a vízkivétel és a vízellátás közötti egyensúlyról, valamint a hulladékhő energetikai hasznosításáról (Fodor, 2019).

Nagyon gyakori probléma a koherens, hosszú távú, országos szakpolitikai stratégiák és koncepciók hiánya (gondoljunk a vidékfejlesztésre, az agrárpolitikára, az energiapolitikára stb.), amelyekhez a városok igazíthatnák saját elképzeléseiket. További probléma, hogy ha vannak is ágazati stratégiák, azok gyakran nincsenek összhangban egymással, azaz hiányzik a horizontális koordináció, és az is jellemző, hogy ezek nem tükröződnek a konkrét (jogalkotási, költségvetési, finanszírozási és egyéb) döntésekben. Szükséges a helyi önkormányzatok

bevonása is az országos stratégiák megalkotásába. Minél nagyobb egy település, minél összetettebb (és sűrűbb) a helyi településszerkezet, gazdaság és társadalom, annál többféle környezeti konfliktus kialakulására van esély.

Egész Európában tipikus probléma, hogy a helyi önkormányzatok a 20. században elvesztették társadalmi és gazdasági bázisukat, és valójában a kormányzat és a lakosság közötti „ütközőzónává” váltak. Környezetvédelmi szempontból talán itt kell kiemelni, hogy a helyi önkormányzatoknak kevés befolyásuk van a helyi életkörülményekre és a települések közötti kapcsolatok jelentős részére (pl. termelési tevékenységek, fogyasztási kultúra, kereskedelem, népmozgalom). Ami megmaradt (különböző mértékben), az a közszolgáltatások megszervezése, a közterületek kezelése, az infrastruktúra és a saját ingatlanok kialakítása és hasznosítása, beruházások és beszerzések végrehajtása, valamint a közfeladatok egy részének (vagy infrastruktúra-üzemeltetésnek, beruházásoknak) ellátására társaságok létrehozása, amelyek működési (ellátási) és hatásterületei gyakran átlépi a közigazgatási határokat.

6. Konklúzió

Ahogy egyre több ember él városokban, a fenntarthatóság problémái egyre több városlakót érintenek. A városok rendkívül ki vannak téve a klímaváltozás következményeinek, és az emberi tevékenység egyik központjának is tekinthetők, amelyek hozzájárulnak a klímaváltozáshoz és más környezeti problémákhoz.

A gyors urbanizáció a fenntarthatóság minden aspektusát, a környezeti, gazdasági és társadalmi vonatkozásokat is érinti, mint például a rossz lakhatási körülmények között élők számának növekedése, a növekvő légszennyezés, a zajszennyezés, a városi hőszigetek, a vízgazdálkodással és -ellátással kapcsolatos problémák, a nem megfelelő szolgáltatások és infrastruktúra, valamint a nem tervezett városi szétterülés, amelyek a városokat még sebezhetőbbé teszik a katasztrófákkal szemben. Jó várostervezéssel és -gazdálkodással azonban a világ városi terei befogadóvá, biztonságossá és fenntarthatóvá, valamint az innováció és a vállalkozás dinamikus központjaivá válhatnak.

A város környezeti terhelésének csökkentése számos módon elérhető, de az egyik legfontosabb a térhasználat és a térbővítés tudatos alakítása. Másrészt alkalmazkodni is képesnek kell lennünk, aminek különösen fontos eszköze lehet a zöldterületek és zöldfelületek fejlesztése, melyek tervezése legalább annyira fontos, mint az épületek, utak stb. műszaki tervezése.

Elsősorban a városrendezés, várostervezés, a regionális tervezés, valamint a megfelelő építési szabályozások hozhatják el a térfogyasztás radikális csökkenését a pazarló fejlesztések csökkentésével, valamint a jól megtervezett, a nagyobb népsűrűség ellenére is magas életminőséget kínáló települések kialakítását. (Új lakóövezetek kijelölésekor és tervezésekor ritkán veszik figyelembe a teljes városi terület fenntarthatóságát, a közlekedési feltételek racionalizálását, valamint az infrastruktúra hatékony és fenntartható használatát.)

Ezért alapvető fontosságú az urbanizáció és a környezet kapcsolatának további vizsgálata mind az emberi hatások csökkentése, mind a fenntarthatóság kihívásaihoz való alkalmazkodás szempontjából. Az okosváros-projektek és -technológiák felelős fejlesztése és megvalósítása

hozzájárulhat a fenntartható fejlődési igények felé való előremozduláshoz. A technológiák nagyszerű lehetőségeket jelenthetnek a fenntarthatóság elérésében, de ugyanakkor fenyegetést is jelenthetnek (pl. a magas energiaigény révén). Az a tény, hogy a városok a megfelelő pénzügyi és innovációs erők, források gyűjtőhelyei, elősegíti az új technológiák létrehozását, terjesztését és a lakosság általi elfogadását, lehetőséget kínál elterjedésükre. Ma nehéz elképzelni, hogy a jövőben a földlakók tömegesen visszatérnek a vidéki élethez. Még ha vidéki területeken élnek is, életmódjuk jellemzően városi marad. Tehát együtt kell élnünk a várossal, és azzal is, hogy a városlakók száma folyamatosan növekedni fog. Így a fenntarthatóság egyik kulcskérdése az lesz, hogyan tudjuk megszervezni és adaptálni a városi életet a környezeti rendszerekhez és a fenntarthatóság egyéb kihívásaihoz.

Irodalomjegyzék

- Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 60: 234–245. DOI: 10.1016/j.cities.2016.09.009
- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22 (1): 3–21. DOI: 10.1080/10630732.2014.942092
- Arnstein, S. R. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35 (4): 216–224.
- Barsi, B. (2019). A boldogság, mint az okos városok mérésének új, lehetséges módszere. *Területi Statisztika*, 59 (5): 555–574. DOI: 10.15196/TS590505
- Barsi, B. (2024). A „boldogság” területi aspektusai és megjelenése a településfejlesztésben. *Területfejlesztés és Innováció*, 7 (3): 35–57. DOI: 10.15170/terinno.2024.17.03.03
- Bibri, S. E., Alexandre, A., & Sharifi, A. (2023). Environmentally sustainable smart cities and their converging AI, IoT, and big data technologies and solutions: to an integrated approach to an extensive literature review. *Energy Inform* 6, (9). DOI: 10.1186/s42162-023-00259-2
- Bibri, S. & Krogstie, J. (2017). Smart Sustainable Cities of the Future: An Extensive Interdisciplinary Literature Review. *Sustainable Cities and Society*, 31: 183–212. DOI: 10.1016/j.scs.2017.02.016
- Blasi, S., Ganzaroli, A., & De Noni, I. (2022). Smartening sustainable development in cities: Strengthening the theoretical linkage between smart cities and SDGs. *Sustainable Cities and Society*, 80: 103793. DOI: 10.1016/j.scs.2022.103793
- Brundtland, G. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. United Nations General Assembly document A/42/427.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18 (2) 65–82. DOI: 10.1080/10630732.2011.601117
- Cohen, B., (2012). *What Exactly is a Smart City?* Co.Exist. <http://www.fastcoexist.com/>
- Cohen, B. & Adams, R. (2017). *Happy Cities Hexagon*. <http://www.happycitizensdesign.com/>
- Csapó, J. (2024). The Strategic Relationship Between Smart Tourism and Sustainability: A Theoretical Approach. In: Zajadacz, A. (ed.) *Rethinking Sustainable Tourism in Geographical Environments. Advances in Geographical and Environmental Sciences*. Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-031-72130-4_9
- Daly, H. E. (2005). Economics in a full world. *Scientific American*, 293 (3): 100–107.
- EISA (2007). Energy Independence and Security Act of 2007. Public Law 110-140. *United States Statutes at Large*, 121 (19): 1492–1801.
- Európai Parlament (2014). *Mapping smart cities in the EU*. European Parliament. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET\(2014\)507480_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf)
- Fodor, L. (2019). *„A falu füstje”. A települési önkormányzatok és a környezet védelme a 21. század eleji Magyarországon*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Frost & Sullivan (2018). *Experts Announce Global Smart Cities to Raise a Market of Over \$2 Trillion by 2025*. Frost & Sullivan. <https://ww2.frost.com/news/press-releases/frost-sullivan-experts-announce-global-smart-cities-raise-market-over-2-trillion-2025/>
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Mejjers, E., & Pichler-Milanovic, N. (2007). *Smart Cities: Ranking of European medium-sized cities*. Vienna: Centre of Regional Science http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf
- Godin, A., David, A., Lecuyer, O., & Leyronas, S. (2022). A strong sustainability approach to development trajectories. *European Journal of Economics and Economic Policies: Intervention*, 19 (3): 381–396. DOI: 10.4337/ejeep.2022.0094
- Greenfield, A. (2013). *Against the Smart City. (The city is here for you to use)*. New York: Do Projects, Kindle Edition.
- Gu, Q., Sing, M. C. P., Jefferies, M., & Kanjanabootra, S. (2025). Bridging the gap between smart cities and sustainability: Current practices and future trends. *Cities*, 159: 105799. DOI: 10.1016/j.cities.2025.105799.

- Hardi, T. (2023). *Urbanizáció és környezet - A városfejlődés okai és következményei*. Budapest: Libri.
- Harrison, C. & Donnelly, I. A. (2011). A Theory of Smart Cities. In: *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS International Society for the Systems Sciences*. Full Paper, 1–15.
- Harvey, D. (2019). *Rebel Cities. From the Right to the City to the Urban Revolution*. Verso
- Heymans, A., Breadsell, J., Morrison, G. M., Byrne, J. J., & Eon, C. (2019). Ecological Urban Planning and Design: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 11 (13): 3723. DOI: 10.3390/su11133723
- Iberdrola (2021). *Corporate Environmental Footprint Report*. Iberdrola.
https://www.iberdrola.com/documents/20125/40501/IB_Environmental_Footprint_Report_2021.pdf
- ITU (2014). *Agreed definition of a smart sustainable city*. Focus Group on Smart Sustainable Cities, SSC–0146 version Geneva, 5–6 March. International Telecommunications Union.
- Kitchin, R. (2013). Big data and human geography: Opportunities, challenges and risks. *Dialogues in Human Geography*, 3 (3): 262–267. DOI: 10.1177/2043820613513388
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Liang, Y., Tan, Q., Song, Q., & Li, J. (2021). An analysis of the plastic waste trade and management in Asia. *Waste Management*, 119 (1): 242–253. DOI: 10.1016/j.wasman.2020.09.049
- LA (1992). *Agenda 21*. Local Agenda. United Nations.
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>
- Lehtonen, M. (2004). The environmental-social interface of sustainable development: capabilities, social capital, institutions. *Ecological Economics*, 49 (2): 199–214. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2004.03.019
- Moir, E., Moonen, T., & Clark, G. (2014). *What are future cities? Origins, meanings and uses*. London: Department of Business, Innovation and Science: Foresight Future of Cities Project.
- Mora, L., Gerli, P., Ardito, L., & Petruzzelli, A. M. (2023). Smart city governance from an innovation management perspective: Theoretical framing, review of current practices, and future research agenda. *Technovation*, 123 (May): 1–24. DOI: 10.1016/j.technovation.2023.102717
- Nilssen, M. (2018). To the smart city and beyond? Developing a typology of smart urban innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 142 (May): 98–105. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.07.060
- Popova, Y. (2020). Economic or financial substantiation for smart city solutions: a literature study. *Economic Annals XXI*, 183 (5–6): 125–133. DOI: 10.21003/ea.V183-12
- Siemens (2008). “Sustainable Buildings — Networked Technologies: Smart Homes and Cities”. *Pictures of the Future, Fall*.
http://www.siemens.com/innovation/en/publikationen/publications_pof/pof_fall_2008/gebaeude/vernetzung.htm
- Toli, A. M. & Murtagh, N. (2020). The Concept of Sustainability in Smart City Definitions. *Frontiers in Built Environment*, 6 (77): 1–10. DOI: 10.3389/fbuil.2020.00077
- Townsend, A. M. (2014). *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*. New York: W. W. Norton & Company.
- Yiftachel, O. (2009). Critical theory and ‘gray space’ Mobilization of the colonized. *City*, 13 (2): 246–263. DOI: 10.1080/13604810902982227