

Az okosváros-ökoszisztéma 2020

Dr. Sallai Gyula, BME-VIK

Kivonat

Az ökoszisztéma a biológiában élőlények és környezetük dinamikus, kölcsönösen előnyös kapcsolatrendszer. A digitális konvergencia – az élővilág ökológiai rendszereihez hasonló jellegű – Digitális ökoszisztémák (Digital Ecosystems) kialakulásához vezet, amelyek valamilyen hasznos cél érdekében jönnek létre és fejlődnek, egymással összekapcsolódó összetevői pedig:

- a felhasználók (humán szféra), a digitális tartalmat fogyasztók, előállítók és cserélők közössége;
- a digitális infrastruktúra (technikai környezet), amely köztük az interakciókat lehetővé teszi, az adatok gyűjtését, feldolgozását segíti.

A digitális ökoszisztémák jellemző példája az okos város, amely a tárgyak hálózatba kapcsolásával (IoT) és az ügyfelek aktív bevonásával (közösségi érzékelés) kibontakozó adatalapúságon jön létre, és a mesterséges intelligencia (AI/MI) módszereinek alkalmazásával teljesebbé válik. Az okosváros-ökoszisztéma az okos megoldások stratégiai szemléletű fejlesztését és integrálását, valamint az emberi tényezők, az ember és technológia kapcsolatának előtérbe helyezését jelenti.

E rövid tanulmányban az Erasmus+ Smarties projekthez és a FIKP MI-Smart City projekthez kapcsolódóan összefoglaljuk a digitális ökoszisztéma koncepcióját, bemutatjuk ennek fejlettebb, a mesterséges intelligenciát aktívan alkalmazó változatát, az okos ökoszisztémákat, és fontos speciális eseteként az okosváros-ökoszisztémát, amelynek segítségével keretbe foglalhatók összetett, műszaki-gazdasági-humán témakörök, kutatások.

Digitális ökoszisztémák

Az elmúlt 40 - 50 év során az integrált áramköri technológia, a mikroelektronika töretlen fejlődése digitalizálta a távközlést és a médiatechnológiát, integrálta a távközlést, informatikát és médiát. Ennek folyamatát digitális konvergenciának nevezzük, amely a technológián túl a szolgáltatások és az érintett szektorok konvergenciáját is felöleli, és kihat szabályozásukra is. A távközlés infokommunikációvá szélesedett a távközléssel ötvöződött területek felölelésével; megszületett az információs és kommunikációs technológia (ICT) fogalma, az informatika, a távközlés és a konvergens területek egyesítéseként; és egy egységesen digitális technológiájú távközlés-informatika-média szektor, egy digitális szektor jön létre [1][2]. A különféle tartalmak egységes digitális kommunikációjának legsikeresebb technológiája az Internet Protocol version 4 (IPv4) lett, amely egy globális méretű hálózat technológiájává vált, és az információ feldolgozásában és a tartalomkezelésben is hasznosnak bizonyult. A konvergencia folyamatok eredményeként az internet megjelenik a társadalom és a gazdaság minden területén, átalakítja az üzleti folyamatokat, a bank szférát, a gyártást és a kereskedelmet, áthatja a közigazgatást és a közszolgáltatásokat, az egészségügyet, az oktatást, a kutatás-fejlesztést, a közlekedés szervezését, az agráriumot, befolyásolja egész életvitelünket, szokásainkat, emberi kapcsolatainkat, tájékozódásunkat, információhoz, tudáshoz való hozzáférésünk technikáit. A felhasználók már nemcsak fogyasztói a digitális tartalomnak, hanem irányíthatják, hogy hol, mikor és hogyan fogyasztják a tartalmat, és részt vehetnek a digitális tartalmak létrehozásában és terjesztésében, egy digitális közösség tagjaivá válnak. Mindez digitális ökoszisztémák (Digital Ecosystems) kialakulásához vezet, amelynek fogalmát 2002-ben említik először, majd a World Economic Forum (WEF) 2007-ben formálisan is lefektette, és megvalósulásának három scenárióját dolgozta ki [3]. A digitális ökoszisztémák valamilyen hasznos cél érdekében jönnek létre és fejlődnek, egymással összekapcsolódó összetevői pedig:

- *a felhasználók (humán szféra):* a digitális tartalmat fogyasztók, előállítók és cserélők közössége, amelynek tagjai lehetnek egyének, üzleti, kormányzati és civil szervezetek egyaránt;
- *a digitális információs infrastruktúra (technikai környezet),* amely a digitális közösség tagjai között az interakciókat lehetővé teszi, az adatok gyűjtését, feldolgozását segíti.

A digitális ökoszisztéma tehát a digitális infrastruktúra és a digitális közösség szimbiózisát, kölcsönösen hasznos együttélését jelképezi [3]. A digitális ökoszisztéma fogalmát a biológiából kölcsönözték, tekintve, hogy működésük hasonlóságokat mutat [4]. Ezt tükrözi az alábbi formális definíció is: A digitális ökoszisztéma egy elosztott, adaptív, nyitott társadalmi-műszaki rendszer, amely az élővilág ökológiai rendszereinek működéséhez hasonlóan az önszerveződés, a skálázhatóság és a fenntarthatóság tulajdonságaival rendelkezik. A digitális ökoszisztéma modelljei az élővilág ökológiai rendszereiből származó olyan ismeretekre épülnek, mint az eltérő lények együttműködése és versenye [5].

A digitális ökoszisztéma koncepciója az elmúlt időszakban kibontakozott, bár, mint várható volt, nem követte a WEF egyik felvázolt szcenárióját sem, azok egy mixe lett. Először online piacterek jelentek meg, pl. Amazon. Majd alkalmazássegítő platformok születtek, pl.: Pl.: Fware, területspecifikus modulokkal: FI-Content, FI-Space, FITMAN stb. Egy-egy területen már mélyebb digitális integrációk, ún. vertikumok jönnek létre, pl. járműipar, logisztika, egészségügy, pénzügy területén. A digitális ökoszisztéma egyetemleges megközelítésben először az okos város koncepció megvalósítása során jelentkezett [6][7].

A digitális ökoszisztémák létrejöttében a digitális konvergenciából fakadó szinergiahatásokon túl meghatározó szerepe volt a hálózatosodás kiszélesedésének, a tárgyak hálózatba kapcsolásának, a tárgyak internetének (Internet of Things), és általában a számos új funkcióval rendelkező jövő internetének (Future Internet). Internet alapú szolgáltatások sokasága valósult meg, az adatalapúság kezd előtérbe kerülni, egyes szolgáltatások a felhasználók aktív bevonására törekednek (közösségi érzékelés/crowdsensing, pl. WAZE).

A digitális ökoszisztéma elnevezést – az internet technológián alapuló megvalósítást, a hálózatosodást és a globális, társadalmi jelleget találóbban kifejezve – egyre inkább az *internet ökoszisztéma* elnevezés váltja fel.

Okos ökoszisztémák

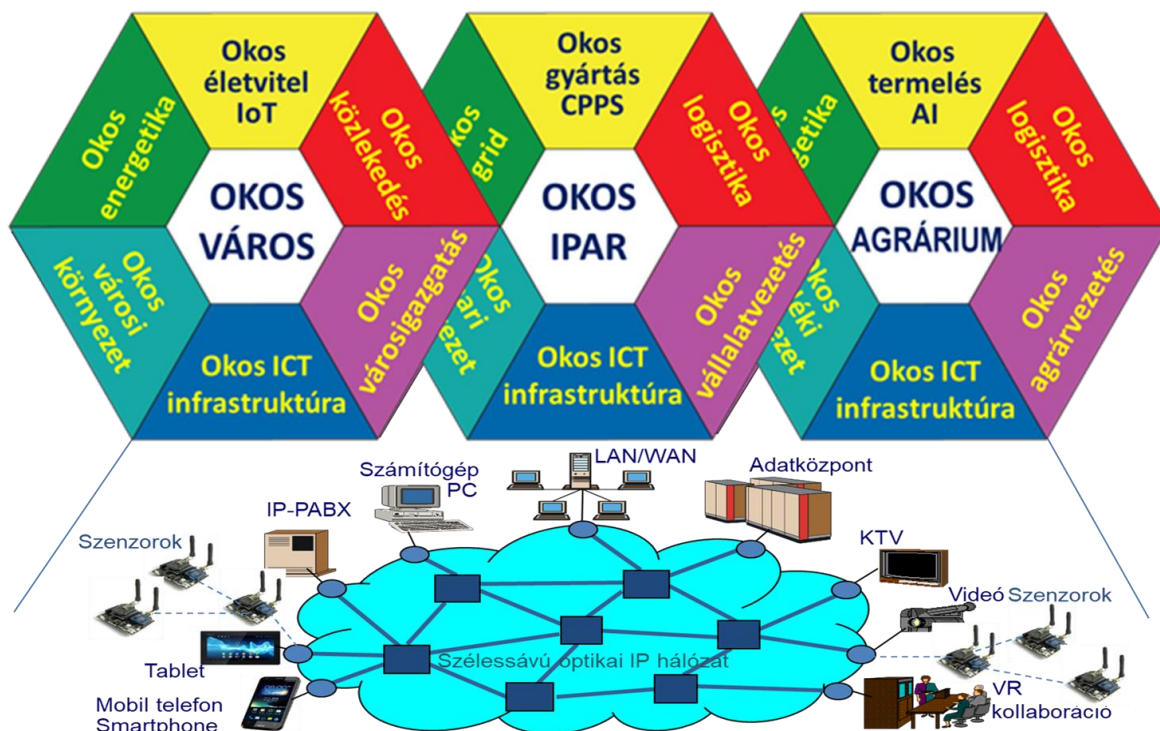
Az elmúlt évtizedben a jövő internet célkitűzései jórészt megvalósultak, a megoldások megerősödtek. A tárgyak internete továbbra is a húzó terület, a szenzorhálózatok területén hatalmas fejlődésnek lehettünk tanúi. Az 5G hálózati infrastruktúra kutatása fejlesztési fázisba fordult, megjelentek az első kísérleti hálózatok. Az 5G rendszerek több új koncepciót integrálnak (felhő alapú környezet, hálózati funkciók virtualizálása, szoftver-definiált hálózatok stb.). A Big Data jelenségből kinövő adattudomány az adatelemzés mind szélesebb körű elterjedését eredményezi. A virtuális valóság (VR) technikai jelentőset léptek előre, az emberi képességek eddig rejtett rétegei jönnek felszínre.

Mindemellett a legdinamikusabb fejlődést a *mesterséges intelligencia* területén (Artificial Intelligence, AI) tapasztalhatjuk, különösen a szűkebb feladatok megoldására képes technikák területén. Míg 2015-ben az IoT helyezkedett el a Gartner ICT elemzőcég által évente készített „Hype-cycle” grafikon csúcsán, addig 2017-ben már a mélytanulás (Deep Learning) és a gépi tanulás (Machine Learning) van az érdeklődés fókuszában, és a széleskörű elterjedésükhöz 2-5 évet becsültek [8]. A Gartner elemzői szerint a mesterséges intelligencia technológiái a következő 10 évben a legnagyobb technológiai áttöréseket hozhatják. A legújabb Hype görbéken megjelentek a digitális ökoszisztémák kiépítését közvetlenül segítő, AI-hez köthető technológiák is, mint tudásgráfok, digitális ikrek, DigitalOps stb. [9].

2020 felé közeledve intenzíven megkezdődött a következő időszak kutatási programjának átgondolása. Az Európai Unió 2016 őszén indította el a jövő internet továbbfejlesztésének előkészítését következő generációs internet (Next Generation Internet, NGI) néven [10]. Az NGI célkitűzési között kiemelten szerepel a mesterséges intelligencia

alkalmazása, amely az adatalapúságra helyezi a hangsúlyt és okos, innovatív megoldások széleskörű elterjedését eredményezheti; az internet humán centrikusságának fokozása, amelynek legfontosabb pontjai az internet biztonságának és a magánszféra védelmének markáns javítása, valamint a termelési folyamatok digitalizálása, amely akár a termelés korszakváltását válhatja ki. Erre épülhet a digitális ökoszisztéma koncepcióját az NGI képességekkel kiteljesítő *smart internet ökoszisztémák* (rövidebben és magyarítva: okos ökoszisztémák), amelynek egyelőre három markáns egyetemleges, holisztikus megjelenése, integrált alkalmazási területe azonosítható: *az okos város, az okos ipar és távlatban az okos agrárium* [11]. Az 1. ábra e víziót mutatja, feltüntetve az okos ökoszisztémák kulcsterületeit, kezdeti fő hajtóerejét (IoT, CPPS Cyber-Physical Production Systems és AI) egy NGI technológiát feltételező közös, smart ICT infrastruktúra bázisán [12].

Amíg a digitális ökoszisztémák esetében a digitális konvergencia, a hálózatosodás jelentette a fő hajtóerőt (hálózatos társadalom), az okos ökoszisztémák már a digitalizálás következő, adatvezérelt fázisának termékei (tudásalapú társadalom).



1. ábra - Az okos ökoszisztémák víziója

Okosváros-ökoszisztémák

Az okos város koncepcióját, az okosváros-ökoszisztémák motivációit, kulcsterületeit, kritériumait, rétegeit és alapelveit az alábbiakban összegezzük [7].

Az EU népességének már több mint 70 %-a él városias területen. Városokban állítják elő az EU GDP-jének több mint kétharmadát. A digitális technológia (azon belül különösen az ICT, beleértve: mobiltelefon, internet, szenzor hálózatok, közösségi média) dinamikus fejlődése

áthatja az élet minden területét, jelentősen hozzájárul a GDP és a termelékenység növekedéséhez. Ugyanakkor markánsan jelentkeznek tartós, összetett problémák, összefonódó környezeti, gazdasági, demográfiai, kulturális, közlekedési és közbiztonsági kihívások! Olyan fejlesztésekre, megoldásokra van szükség, amelyek segítenek a települések problémáinak megoldásában, és amelyektől a lakók jobban érzik magukat.

A kihívásokra a digitális technológia, az ICT segítségével megoldást lehet találni. Az ICT lehetővé teszi, hogy az urbanizációs célok gazdaságosan, rugalmasan és skálázhatóan megvalósíthatóak legyenek. Segít:

- a közösséggel való kapcsolattartásban: informálás, vélemény és javaslatgyűjtés, megosztás, egyeztetés;
- a város valós-idejű monitorozásában, az adatok gyűjtésében és feldolgozásában;
- az adatok hasznosításában: kihívásokra valós-idejű válaszok megfogalmazásában és hatékonyabb műszaki és szervezési megoldások kialakításában;
- a tartalom keresésben: elérhetővé teszik a világ tudását, akár egy okos telefonnal.

Az okos város projektektől jellemzően az alábbiak egy vagy több elemét várják el [13]:

- életminőség: életszínvonal és barátságos, szerethetőbb, vonzóbb város;
- egészségügyi és jóléti szolgáltatások, időskorúak szociális ellátása;
- fenntartható fejlődés biztosítása: környezet, energia, víz- és levegőminőség;
- mobilitás: közlekedés, logisztika, forgalommenedzsment;
- hatékony városigazgatás és gazdaságserkentés (vállalkozásindítás);
- gazdaságfejlesztés: üzletfejlesztés, foglalkoztatás és termelékenység támogatása;
- közbiztonság: hatékony védelem a bűnözéssel és veszélyekkel szemben.

Ezek az elvárások az okos városok egy vagy több kulcsterületéhez kapcsolódnak (életvitel, energia, környezet, közlekedés, városigazgatás), amelyek közös infokommunikációs és biztonsági hátterét az okos ICT infrastruktúra biztosítja. A 2. ábra mutatja a hexagonba foglalt kulcsterületek értelmezését, példáit, és külön is jelzi azok biztonság követelményét [14].

Egy város akkor tekinthető igazán okosnak, okosváros-ökoszisztémának, ha a célok az összes kulcsterületet érintik (a város jellegétől függő terjedelemben, és mérsékelhető, pl. kis-közép városok esetén az okos közlekedés prioritása alacsony lehet, elmaradhat), és a célokat az okos ICT megoldások segítségével:

- integráltan, a városi erőforrások, az adatok és megoldások együttes kezelésével,
- adatvezérelve, adaptíven, a körülmények tényszerű változására reagálva,
- környezettudatosan, energia hatékonyan, fenntarthatóan,
- az érintett közösség aktív részvételével, érdekeltjeinek bevonásával,
- gazdaságilag önfenntartó módon érik el.

Fontos, hogy az ICT megoldások bevezetése a helyi közösség számára pozitív hatású legyen, élhetőbb várost eredményezzen. Ezt fejezi ki az *Okos város és közösség* (Smart City and Community, SCC) nemzetközileg elterjedt kifejezése is. Ezt húzza alá az is, hogy a különféle okos város értelmezésekben, legyenek ezek akár modellek, akár programok vagy tervek,

különböző megközelítésekkel, de a technológia mellett a humán (lakosság bevonása, képzés, átképzés, foglalkoztatás, személyes adatok védelme) és menedzsment (finanszírozás, projektmenedzsment, döntéshozatal és monitoring) szempontok egyaránt megjelennek. Az *okos város technológiai, humán és menedzsment dimenziója* jelen kell legyen az okos város tervekben, ahhoz, hogy az okos város elképzelések sikeresen megvalósulhassanak.



2. ábra - Okosváros kulcsterületek hexagonja és értelmezése

Megjegyzendő, hogy a digitális város és az intelligens város szóhasználatok is elterjedtek, amelyek definíció szerint szűkebb szemléletűek, ugyanakkor egy okosnak nevezett város sem feltétlenül elégíti ki a fenti kritériumokat.

Az okosváros-ökoszisztéma tehát az okos megoldások stratégiai szemléletű fejlesztését és integrálását, valamint az emberi tényezők, az ember és technológia kapcsolatának előtérbe helyezését jelenti. Ez tükröződik a különféle okosváros-modellekben, indikátorokban, tervezési rendszerekben és a rendszertechnikai alapelvekben. Az alábbiakban egy tervezést segítő rétegmodellt és a legfontosabb két rendszertechnikai alapelvet ismertetjük.

Az okosváros-ökoszisztémák rétegmodellje képességrétegeket értelmez, amelyek közül a technológiai réteg kétségtelenül a kritikus réteg, azonban a többi réteg sem nélkülözhető (fundamentális). A rétegek szoros kapcsolatban állnak, egymásra épülnek, mindegyiknek fontos szerepe van az ökoszisztéma kiépítésében. A hét réteg részletes bemutatását mellőzve, azok felülről lefelé az alábbiak [13]:

- Érték réteg: a nyújtott okos szolgáltatások;
- Innovációs réteg: a folyamatos megújulást biztosítja;
- Menedzsment réteg: a digitális átalakulás folyamatainak irányításához;
- Kompetenciák réteg: új elvek, szabályozások, finanszírozási formák létrehozása;

- Információs réteg: megoldások az adatok gyűjtésére és megosztására;
- Elérhetőségi és biztonsági réteg: a kiberbiztonságos összekapcsolások végett;
- Technológiai infrastruktúra, amelynek támogatnia kell a felsőbb rétegeket.

Az okosváros-ökoszisztémák rendszertechnikai felépítését két alapelv kormányozza.

Közös adatplatform. A városi működés részterületei, rendszerei (elektromos művek, gázművek, ivóvíz és szennyvíz, hulladékkezelés, közlekedési rendszerek, középületek, közoktatás, egészségügyi ellátás, közbiztonság stb.) jelenleg (vertikálisan) elkülönülten működnek, specifikus technológiákat alkalmaznak. A hatáskörbe tartozó területen monitoroznak, az adatokat feldolgozzák, szükség szerint beavatkoznak, illetve az erre vonatkozó döntést készítik elő. A felmerülő problémákat önállóan, a rendszeren belül kezelik, az adatok megosztása nem jellemző. A ICT alkalmazására építve egy hatékonyabb, ún. horizontális megközelítés valósítható meg. A monitorozás során nyert adatokat egy közös adatplatformban gyűjtjük, feldolgozzuk, elemezzük és megosztjuk a részterületek rendszerei között. A részterületek a beavatkozásra vonatkozó döntéseiket több információ, több adat alapján készíthetik elő, illetve hozhatják meg, okosabb döntések születhetnek. Ugyanakkor a több kisebb rendszer helyett egy hatékonyabb, rugalmasabb integrált rendszert hozunk létre, amely jobban skálázható (bővíthető), további részterületekkel könnyebben kiegészíthető.

Körkörös gazdaság. Az okosváros-ökoszisztéma kiterjesztésének is tekinthető, ha a várost és környezetét egyetlen ökoszisztémaként, integráltan kezeljük. Ezáltal az integráció a természeti és a civilizációs körforgásokra is kiterjed, beleértve és kiaknázva a víz, az energia, az élelmiszerek és más árucikkek, mint rendszerbemenetek, illetve a szennyvíz, a légszennyezés, a háztartási és ipari hulladék, mint rendszerkimenetek összekapcsolható regenerációs folyamatait. A körkörös vagy körforgásos gazdaság (circular economy) és változatai (pl. bölcsőtől bölcsőig tervezés) tudatosan hasznosítják a különböző biológiai és technikai körforgásokat, az újrahasznosítást, a megosztott felhasználást, a megújuló energiákat, a fenntarthatóságot kiemelten kezelik. A technikai körfolyamatban a gyártásra vonatkozó kritériumok között előírások szerepelhetnek a megújuló energia használatára, az anyagok újrahasznosítására, az anyagok egészségügyi és környezeti hatásaira, a kibocsátott víz tisztaságára és egyéb más felelőségekre. E teljesebb megközelítés különösen fontos lehet a kis- és középméretű városok smartosodási terveiben.

Irodalomjegyzék

- [1] EUROPEAN COMMISSION: *Green Paper on the Convergence of the Telecommunications, Media and Information Technology Sectors, and Implications for Regulation. Towards an Information Society Approach*. 3 Dec. 1997, COM (1997) 623
- [2] SALLAI GY.: *Defining Infocommunications and Related Terms*. Acta Polytechnica Hungarica, Vol. 9, No. 6, 2012. pp. 5-15.
- [3] WORLD ECONOMIC FORUM: *Digital Ecosystem - Convergence between IT, Telecoms, Media and Entertainment: Scenarios to 2015*. World Scenario Series, 2007 http://www3.weforum.org/docs/WEF_DigitalEcosystem_Scenario2015_ExecutiveSummary_2010.pdf
- [4] BOLEY, H., CHANG E.: *Digital Ecosystems: Principles and Semantics*. IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies. p. 6. Cairns, Australia. February 2007.
- [5] HTE INFOKOMMUNIKÁCIÓS FOGALOMTÁR (WIKI): *Digitális ökoszisztéma*. <https://www.fogalomtar.hte.hu/wiki/-/wiki/hte+infokommunikacios+fogalomtar/digit%c3%a1lis+%c3%b6kosziszt%c3%a9ma>
- [6] FUTURE INTERNET ASSEMBLY: *The Future Internet - Validated Results and New Horizons*, Dublin, 8-10 May 2013, Edited by Galis, A. and Gavras, A. LNCS 7858, 2013, Springer, Heidelberg
- [7] SALLAI GY.: *Az okosváros-koncepció és az internettechnológia*. Kismonográfia, Okosváros-technológiák sorozat, 1. kötet. p. 102. Dialóg Campus Kiadó. NKE, 2018. https://akfi-dl.uni-nke.hu/pdf_kiadvanyok/Web_PDF_Az_okosvaros_koncepcio_es_az_internettechnologia.pdf
- [8] GARTNER: *Gartner Hype Cycle 2017: Artificial intelligence at peak hype, blockchain heads for disillusionment, but say hello to 5G*. CityAM August 17, 2017. <http://www.cityam.com/270451/gartner-hype-cycle-2017-artificial-intelligence-peak-hype>
- [9] GARTNER: *Gartner Hype Cycle 2019: The Gartner Hype Cycle highlights the 29 emerging technologies CIOs should experiment with over the next year*. Smarter with Gartner. August 29, 2019. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-appear-on-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2019/>
- [10] ATOMIUM EUROPEAN INSTITUTE: *Next Generation Internet Summit. From the Internet of Things to the Internet of Humans*. European Parliament, Brussels, 6-7 June 2017.
- [11] EUROPEAN COMMISSION: *EU Budget for the Future – Investing in the Future Digital Transformation, 2021-2027*. 6 June 2018. https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budget-june2018-digital-transformation_en.pdf
- [12] SALLAI GY.: *Az internet következő generációja*. Bolyai Szemle, 2018/2. pp. 15-37.
- [13] IIOT WORLD: *The Smart City Ecosystem Framework – A Model for Planning Smart Cities* <https://iiot-world.com/smart-cities/the-smart-city-ecosystem-framework-a-model-for-planning-smart-cities/>
- [14] SALLAI GY. (szerk.): *Az okos város (Smart City)*. Szakkönyv. p. 248. Dialóg Campus Kiadó. NKE, 2018. https://akfi-dl.uni-nke.hu/pdf_kiadvanyok/Web_PDF_Smart_City.pdf