

Térinformatika és alkalmazása a közszolgáltatásokban



Kovács Kálmán



NEMZETI
KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM
BUDAPEST



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

SZÉCHENYI 2020

2020

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

OKOSVÁROS-TECHNOLÓGIÁK
A technológia fejlődésének irányai és hatása
VI. kötet

Sorozatszerkesztő:

Sallai Gyula

Kovács Kálmán

TÉRINFORMATIKA
ÉS ALKALMAZÁSA
A KÖZSZOLGÁLATOKBAN



Nemzeti Közszerológati Egyetem
Közigazgatási Továbbképzési Intézet
Budapest, 2020

A kötet a Nemzeti Közszolgálati Egyetem KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 „A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” projektje keretében, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karán létesült „Okos város – okos közigazgatás” kutatóműhelyben (2017/162/BME-VIK) készült.

Szakmai lektor:

Sallai Gyula, professor emeritus, BME-VIK

A kézirat lezárásának dátuma:

2018. augusztus 16.

© Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Közigazgatási Továbbképzési Intézet, 2020
© Kovács Kálmán, 2020

A mű szerzői jogilag védett. Minden jog, így különösen a sokszorosítás, terjesztés és fordítás joga fenntartva. A mű a kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül részeiben sem reprodukálható, elektronikus rendszerek felhasználásával nem dolgozható fel, azokban nem tárolható, azokkal nem sokszorosítható és nem terjeszthető.

TARTALOM

BEVEZETÉS	7
1. TÉRINFORMÁCIÓS RENDSZEREK IKT-ELEMEI	8
1.1 Térinformatikai adatgyűjtés – szenzorok	8
1.1.1 Elektromos mérőeszközök	8
1.1.2 Napjaink mérőeszközei	9
1.2 Téradataárolás és -feldolgozás – számítógépek	9
1.3 Adatátvitel a térinformatikában – internet	10
1.3.1 Adatátvitel	10
1.3.2 Az internet fejlődési fázisai	11
1.4 Térinformációs rendszerek térhódítása	12
2. TÉRINFORMATIKAI ADATRENDSZEREK ÉS FEJLESZTÉSÜK	14
2.1 A CORINE Land Cover program és adatrendszer	14
2.1.1 A CLC-program első lépései	14
2.1.2 A CLC-program továbbfejlesztése	15
2.1.3 Hazánk bekapcsolódása a CLC-programba	17
2.2 Mesterséges tavak, víztározók	19
2.2.1 MePAR – Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer	19
2.2.1 A MePAR – mint mintarendszer	20
2.2.2 A MePAR felszínborítási adatának fejlődése	22
3. PÉLDA A TÉRINFORMATIKA KÖZÖSSÉGI ALKALMAZÁSÁRA	25
3.1 Időjárási hatások a közlekedési balesetekben	25
3.2 Baleseti és időjárás adatok előzetes elemzése	26
3.2.1 Adatforrások	26
3.2.2 Adatbázisok előfeldolgozása	27
3.2.3 Baleseti adatok elemzése	29
3.2.4 Időjárási adatok elemzése	33
3.3 Az időjárás-változás baleseti hatásai	41
3.3.1 Az időjárás-változás általános baleseti hatása	41
3.3.2 A „jelentős időjárás-változások” általános baleseti hatása	42
3.3.3 Különböző baleseti események eltérő időjárás érzékenysége	47
3.4 Térinformatika alkalmazási lehetőségei – példánk alapján	52

4. ÖSSZEFOGLALÓ	54
5. IRODALOMJEGYZÉK	55

BEVEZETÉS

Jelen tanulmány célja, hogy mindenekelőtt általános képet adjon egy széles körben elterjedő, folyamatosan fejlődő és a közigazgatásban, közszolgáltatásokban, közszolgáltatásokban egyaránt meghatározó szerepű infokommunikációs tudományterületről és eszközrendszeréről, a térinformatikáról. Majd két konkrét térinformációs rendszeren keresztül bemutatjuk – a korszerű térinformatikai rendszerek felépítését és alkalmazását. Végül részletesen ismertetünk egy komplex elemzést nagy adatbázisokra épülő, idősoros térinformációs rendszer bázisán.

A térinformatikai rendszerekről, mint stratégiai, illetve operatív döntéseket támogató adatrendszerekről már adtunk egy vázlatos képet a Nemzeti Közzolgálati Egyetem „Okos város – okos közigazgatás kutatóműhely (2017/162/BME-VIK)” keretében 2017 végén készített Okos városok és az okos közigazgatás és városüzemeltetés európai és hazai környezetben című kismonográfiánkban [Kovács, 2017]. Ebben röviden tárgyaltuk a térinformatikai rendszerek létrehozásához és működtetéséhez szükséges igen nagy mennyiségű, folyamatosan frissülő információt biztosító adatnyerési módokat, külön kiemelten taglaltuk a távérzékelési eljárásokat is.

Jelen bevezetőt követő 2. fejezetben – az előbb említett alapokra is építve – a térinformatikai rendszerekről kívánunk az alkalmazás szempontjából hasznos, szemléletformáló megközelítésben képet adni, bemutatva a térinformatika robbanásszerű fejlődésének és elterjedésének folyamatát és annak technológiai hátterét.

A térinformációs rendszerek ma a modern településigazgatás és -irányítás intézményrendszerében jelen vannak és segítik a települések hosszú távú fejlesztésével, vagy éppen napi üzemeltetésével, foglalkozó szakemberek munkáját. Így természetesen az okos városigazgatás és városüzemeltetés számára is ma már elengedhetetlen segédeszközt jelentenek. A 3. fejezetben bemutatjuk két korszerű térinformatikai adatrendszer – az Európai Unió által létrehozott CORINE Land Cover elnevezésű térinformatikai projekt és egyben adatbázis, valamint a MePAR (Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer) elnevezést viselő hazai fejlesztésű és üzemeltetésű térinformatikai rendszer – kialakítását és fejlesztését, valamint gyakorlati alkalmazhatóságát.

Az okos város közlekedésfejlesztési területei közül kiemelkedő jelentőségű az intelligens közlekedésirányítás és az autonóm járművek kifejlesztése és városi közlekedésbe állítása. Mindkét terület sikeres fejlesztésének alapvető feltétele a közlekedést befolyásoló körülmények és tényezők beazonosítása és a közlekedésre gyakorolt hatásuk megismerése. A jelentős hatású külső tényezők egyike az időjárás. A 4. fejezetben bemutatjuk, hogyan lehet a térinformációs technológiákat alkalmazni egy-egy speciális kérdésben, például az időjárás okozta közlekedési, ezen belül is speciálisan a személyi sérüléssel járó, balesetek hatásainak hatékony feltárásában, illetve részletes vizsgálatában.

A szerző:

Dr. Kovács Kálmán, okleveles matematikus-mérnök, térinformatikai alkalmazások PhD, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem docense, az BME Egyesült Innovációs és Tudásközpont igazgatója. Szakmai életpályája során először alkalmazott matematikai kutatásokat végzett, majd az infokommunikáció és az űrtechnológia különböző alkalmazási területei felé fordult (informatikai miniszter; közlekedési, hírközlési, vízügyi és környezetvédelmi államtitkár, űrkutatási tanács elnöke). Az utóbbi években az infokommunikáció és az űrtechnológia okosváros-alkalmazásaival foglalkozik.

1. TÉRINFORMÁCIÓS RENDSZEREK IKT-ELEMEI

A térinformatika eszközszerét már ósidók óta használja az emberiség, számos térképszerű ábrázolás került elő az időszámításunk előtti évezredekéből. Ezekben a többnyire követésen jól kivehetők az ábrázolni szánt objektumok, sőt, beazonosíthatók bizonyos hozzárendelt jellemzők. Elkészítésük minden esetben feltételezi a térinformatika módszertanának tudatos alkalmazását, hiszen szükség volt hozzá a valós világ modellezésére, az objektumok kiválasztására (beazonosítására), az objektumokhoz kötött információk megszerzésére, azok megőrzésére (tárolására) és feldolgozására, valamint az így előállított, helyhez kötött adatrendszer közérthető, vagy legalább is adott kultúrkörben értelmezhető, megjelenítésére.

Amikor a mai értelemben vett térképek megjelentek és elterjedtek, az nem csupán a térinformatikai adatmegjelenítés forradalmi fejlődésének volt köszönhető, hanem az adatrögzítés (számrendszer, írás), adattárolás (papirusz, papír), sőt, a számolás (aritmetika) robbanásszerű fejlődésének is.

Hasonló módon, a térinformációs rendszerek modern kori látványos fejlődésének és széles körben elterjedt alkalmazásának is több, egymással párhuzamos tudományos és technológiai terület robbanásszerű fejlődése teremtette meg az alapját. Ezek közül ebben a fejezetben elsősorban a technológiai és eszközoldali elemek közül fogunk néhány kulcsfontosságút közelebbről áttekinteni, mert ezek megismerése szinte elengedhetetlen a gyakorlati alkalmazás szempontjából.

1.1 TÉRINFORMATIKAI ADATGYŰJTÉS – SENZOROK

Évezredek át az ember személyesen mérte, gyűjtötte és rögzítette az adatokat. Ez alapvetően korlátozta a rendelkezésre álló adatok mennyiségét. Az első jelentős változást a mechanikus és optikai mérőeszközök megjelenése hozta – elsősorban a földmérés, a tengerhajózás és a csillagászat területén. Ezek teremtették meg először az ókori, majd egyre nagyobb számban a középkori, illetve újkori térképészet adathátterét.

1.1.1 Elektromos mérőeszközök

Az elektromos mérőeszközök és az automatizált mérések egy újabb mérföldkövet jelentettek az információnyerésben, de az igazi áttörést a digitalizáció, a szenzortechnika és az úrkutatás szinte egyidejű robbanásszerű fejlődése hozta [Martien, 1993; Detrekői et al., 2002]. Első fázisban a korábbi térképek tömeges digitalizációja (szkennelése), valamint a Földhivatali adatok számítógépre vitele útján létrehozott digitális adatrendszerek és digitális térképek jelentek meg [Dömsödi, 1999]. Majd a műholdak kezdték előállítani egyre pontosabb pályakövetéssel és egyre nagyobb felbontású multispektrális szenzorokkal a földmegfigyelési és légköri adatokat.

1.1.2 Napjaink mérőeszközei

Napjainkra kialakult a szenzoroknak egy olyan széles skálája, és a szenzorhordozó eszközök olyan arzenálja, amely lehetővé teszi a helyhez kötött információk olyan széles körű gyűjtését, amelyre korábban nem is gondolhattunk. Külön is érdemes megemlíteni tömeges elterjedése és használata miatt (is) a rádiófrekvenciás azonosítási (RFID) technológiát és annak fejlődését. Ez az – eredetileg jelentős hányadban a vonalkódos azonosítás kiváltását célzó – eszköz mára, aktív komponensei révén, sokkal több alkalmazást tesz lehetővé, mint egy egyszerű azonosítási rendszer. Igen nagy változást hoztak a műholdas távérzékelési lehetőségek. Rövid időn belül olyan mértékben fejlődtek a műholdas távérzékelési eszközök és eljárások, amelyek révén minden korábbi elképzelést felülmúló tömegben lettek képesek előállítani időjárási és egyéb légköri, valamint igen sokféle – tematikus, idősoros, sőt, valós idejű – földmegfigyelési adatokat [Csornai et al., 1991; Kollányi et al., 1995; Harsányi et al., 2001; Büttner, 2005; Kovács, 2010].

Így a térinformatikai adatrendszereink is új alkalmazási szerepet kaptak. Mivel korábban pár évenként frissítettük a térképeinket és általában a térinformációs adatbázisainkat (például a városok utcahálózatát, beépítettségét, vonalas közműveit, környezeti állapotát stb.), ezért elsősorban tervezési, döntéstámogató szerepük volt. De manapság már, például egy korszerű városi közlekedés forgalmi adatait tartalmazó téradatrendszer néhány másodpercenként frissül, így alkalmas akár a tényleges forgalom figyelembevételével optimalizáló mobilalkalmazások (útvonaltervezés), akár katasztrófaelhárítási feladatok vagy rendezvényekhez (például utcai versenyekhez) kapcsolódó tömegmozgások [Berke – Kovács, 2015] támogatására.

Emellett a szenzorok lehetővé tették, hogy belső terekre (például parkolóházakra) vagy akár egészen kis környezetekre (például egy szívkamrára) vonatkozóan is téradatrendszereket tudunk felállítani, amelyek például a belső mozgásokat (parkoló járműveket vagy mesterséges szívbillentyű beültetését) támogatják [Bakonyi et al., 2016].

1.2 TÉRADATTÁROLÁS ÉS -FELDOLGOZÁS – SZÁMÍTÓGÉPEK

A rohamosan növekedő téradatok tárolása és feldolgozása szempontjából robbanásszerű változást hozott a modern számítógépek és a digitális technológia 1956 körüli megjelenése és napjainkban is zajló fejlődése [Bange-mann, 1994]. A folyamatot többféleképpen lehet szakaszolni, de felhasználói oldalról elég elterjedt az alábbi, jó közelítéssel mintegy két-két évtizedes időszakokra való bontás:

- Nagygépes rendszerek (Mainframe computers).
- Személyi számítógépek (Personal Computers).
- Hálózati számítástechnika (Networked computing).
- Felhőalapú számítástechnika (Cloud computing).

A *nagygépes rendszerek (Mainframe computers)* kialakulása és elterjedése nagyjából 1956 és 1976 közötti időszakra tehető. A jellegzetes, felhasználó oldali tulajdonságaik közül az alábbiakat fontosnak érezzük kiemelni:

- elhelyezésük fix helyen (általában erre kialakított épületben) történt, az eszköz nem volt mobilizálható,
- programozásuk kizárólag szakemberek által történhetett,
- az adatbevitel csak kódolt formában és speciális eszközökkel (pl. lyukkártya-, illetve lyukszalagolvasó) volt megvalósítható,

- a gépek (és a rendszerek) üzemeltetése szinte kizárólag az adott eszköz ismeretére külön képzett személyzet által történt,
- a felhasználói hozzáférés (ami nem közvetlen hozzáférést, hanem a gép „futási idejének” az adott feladathoz rendelését jelentette) időben nagyon korlátozott mértékben, előzetes egyeztetés útján valósult meg.

A személyi számítógépek (*Personal Computers*) kifejlesztése és elterjedése körülbelül az 1976 és 1996 közötti időszakra tehető. Gyors elterjedését a processzorok gyorsaságának és az adattárolás viharos gyorsaságú fejlődése tette lehetővé. Elsősorban azon felhasználói igények kielégítését célozta meg, amelyek a leginkább korlátozták a tömeges használat lehetőségét. Felhasználói szempontú jellemzőiből érdemes kiemelni az alábbiakat:

- időben „korlátlan”, de térben helyhez kötött (otthon, munkahelyen) hozzáférést biztosított,
- a felhasználó számára személyes (szoftverrel támogatott) hozzáférést tett lehetővé,
- az adatbevitel a felhasználó részéről közvetlenül és egyszerűen történt,
- saját adattárolást (beépített memória, háttértár) biztosított.

A hálózati számítástechnika (*Networked computing*) elterjedése az 1996 és 2016 közötti időszak jellegzetessége volt [Sztrik, 2014]. Ennek néhány jellemző eleme:

- számítógépes technológia és kommunikáció integrációja: hálózatra kapcsolt számítógépek és az „okos” mobil kommunikációs eszközök (telefonok) elterjedése,
- időben és térben korlátlan kommunikáció (információcsere) lehetősége,
- „közösségi adatok” tárolásának lehetősége a hálózaton nyílt vagy regisztrált hozzáféréssel,
- adatfeldolgozás jelentős részben saját eszközön történt.

A felhőalapú számítástechnika (*Cloud computing*) kifejlesztése és elterjedése a számítógépek, illetve lényegében a számítógépes technológia és kommunikáció integrációjának legújabb időszaka (körülbelül 2016-tól kezdett ismertté válni széles körben), amelynek kifejlesztése és elterjedése jelenleg zajló folyamat [Sallai, 2016]. Felhasználói oldalról ez a digitalizációnak egy olyan lépcsőfoka, amelyben az „intelligens hálózat” révén elvileg időben és térben is korlátlan lesz a kommunikációhoz, valamint a közösségi és a saját adatokhoz való hozzáférés, illetve azok feldolgozása nem igényel okos felhasználói eszközöket.

1.3 ADATÁTVITEL A TÉRINFORMATIKÁBAN – INTERNET

1.3.1 Adatátvitel

A mért adat továbbítása a mérés, észlelés helye és az adattároló, adatfeldolgozó pont, illetve eszköz között szintén számos technológiai fejlődési lépcsőt tett meg. Különösen az utóbbi évtizedekben tapasztalhattunk szinte robbanásszerű változásokat. Korszakos jelentőségű fejlődést jelentett, amikor a rádiós távközlésben megjelent a műholdas adatátvitel, mert az űr bekapcsolása szinte új dimenziót, de mindenképpen egy óriási teret nyitott meg a jeltovábbító állomások telepítésére [Buiten, 1993; Sabins, 1996].

Külön említést érdemel a mobiltechnológia és a mobileszközök rohamos elterjedése, amely egyfelől perszonalizálta, másfelől szinte folyamatossá tette az adatkommunikációt. A mobiltelefonok az adatgyűjtés és adattovább-

bítás egy nagyon sajátos és nagyon nagy tömegű alternatív lehetőségét jelentik, különösen a téradatrendszerek szinte real-time jellegű adatnyerésében, ugyanakkor viszonylag könnyen biztosíthatóak a telefon használója számára személyes adatainak védelme, magánéletének sértetlensége.

De minden kétséget kizáróan az adatátvitel, sőt, a teljes infokommunikáció területén a legnagyobb változást az internet megjelenése és fejlődése jelentette és jelenti napjainkban is. Elég, ha végigfutunk az internetethasználók számának alakulásán. Az 1990-es évek elején alig néhány millió embernek volt (döntően a munkahelyén) internet hozzáférési lehetősége. Az internethasználók száma 2000-re megközelítette a félmilliárdot, 2005-re meghaladta az egymilliárdot, 2010-re a kétmilliárdot és egyes mérések szerint [<http://www.internetlivestats.com/internet-user-s/#byregion>] éppen napjainkban érjük el a négy milliárd felhasználót, amíg mások szerint már 2017. december 31-re jóval meghaladtuk a 4150 milliót [<https://www.internetworldstats.com/stats.htm>].

1.3.2 Az internet fejlődési fázisai

Az internet fejlődése az elmúlt évtizedekben egyértelműen támogatja a térinformációs rendszerek „adatfeltöltését”. Az internet fejlődését – általános megközelítésben – négy fő szakaszra szokás bontani:

Internet – a „helyek közötti kapcsolat” (connected places)

Az első időszak az internet megjelenését követően az 1990 és 2000 közötti első évtized, amelyben megkezdődött az egyre gyorsuló terjedése. Ennek legfőbb jellemzője az volt, hogy az internet, mint az első globális hálózat, elsősorban a munkahelyek („munkaállomások”) közötti kapcsolatokra épült.

Mobilinternet – az „emberek közötti kapcsolat” (connected people)

A 2000-es évek eleje egyértelműen az internet mobilitásának, azaz az internetelérés személyhez és nem helyhez (munkahely, otthon) kötődő használatának időszaka volt. A hálózati elérés a mobil eszközök (telefon, iPad) segítségével bárhol (és bármikor) lehetségessé vált. Szokás ezt a szélessávú internet időszakának is nevezni, mert ekkor jelentek meg tömegesen a multimédia-tartalmak, amelyek letöltési igénye a korábbinál lényegesen nagyobb adatátviteli követelményeket állított.

Jövő internet / Internet of Things – a „tárgyak közötti kapcsolat” (connected things)

A jövő internethálózat kialakulását számos folyamattal jellemezhetjük. S bár a növekedési számok önmagukban is imponálóak, például a hálózatra (Internet) kapcsolt PC-k (Personal Computerek, azaz személyi számítógépek) növekedése 2002-től robbanásszerű volt, elérte a 200 millió/év értéket, s a weboldalak számának növekedése együtt haladt (növekedett) a hálózatra kapcsolt PC-kkel. A változás kulcsát mégis az jelentette, hogy az ember által használt eszközök (főként PC-k és mobil/okostelefonok, Internet of People) mellett egyre több berendezés (általában mérőeszközök és egyéb szenzorok) csatlakozott „fel” az internetre. Ezzel megteremtődött az igen nagy mennyiségű észlelt (mért) adat továbbításának lehetősége, amely aztán az alkalmazások széles skálájának adott lehetőséget a földhasználatról [Dömsödi, 2001] az agráriumon át [Kovács, 2001], az okos város alkalmazásokig [Gódor et al., 2016]. Az ITU (International Telecommunication Union, magyar fordításban: Nemzetközi Távközlési Egyesület) szerint a világ abba az irányba halad, hogy például a kereskedelemben és az ellátási láncban minden egyes objektum (termék, áru) egyedi (pl. RFID)

azonosítót kap, és adatot szolgáltat az állapotáról a világhálón. Hasonlóan, idővel szinte minden tárgy adatot fog küldeni az interneten keresztül a saját állapotáról (amelyet szenzorok mérnek) és tud majd kommunikálni hasonló tárgyakkal és más hálózati felhasználókkal. Az Internet of Things (IoT, tárgyak/dolgok internete), az internet fejlődésének egy olyan állomása, amely világméretű számítógép-hálózaton szabványos protokollok segítségével összekapcsolt egyedi címmel rendelkező objektumok összességéként is definiálható. A jövő internete (Future Internet) elnevezéssel az emberek internetének és a tárgyak internetének együttesét illetjük [Bakonyi et al., 2014; Kovács et al., 2015].

Míg a jelenlegi internet valójában inkább egységes végberendezésekkel jellemezhető, addig az IoT várhatóan sokkal nagyobb heterogenitást mutat e tekintetben, valamint funkcionalitásban, technológiában és alkalmazási területekben is, hiszen teljesen eltérő objektumok alkotják benne a kommunikációs környezetet.

Next Generation Internet / Internet of Everything – „minden kapcsolatban” (connected everything) állapot

Az internet fejlődésének következő iránya, lényegében még előttünk fázisa, amelyet a „minden mindennel kapcsolatban áll” (connecting everything) kifejezéssel (is) szoktak jellemezni [Bakonyi, 2014]. A folyamat várhatóan 2020 körül indul be robbanásszerűen. A „Jövő internet” fázistól leginkább abban tér el, hogy már a szoftverek is önállóan fognak az interneten keresztül kommunikálni egymással. Úgy is mondhatnánk, hogy az interneten az emberi intelligencia mellett tömegesen megjelennek a mesterséges intelligenciájú, azaz nem humánalapú, de önálló (egyedi, folyamatosan változó, önfejlesztő) működésű felhasználók.

A folyamat technikailag várhatóan úgy zajlik majd le, hogy a széles körben, általánosan bevezetésre kerülő új internetes protokoll (IPv6) lehetővé teszi, hogy minden egyes objektumot azonosíthatóvá és címezhetővé tegyünk. Az intelligens objektumok képesek lesznek, hogy adaptálódjanak a környezetükhöz, önmagukat konfigurálják, karbantartsák és tetszőleges aktív szerepet játszanak saját igényeik szerint. Ahhoz azonban, hogy ez a rendszer megbízhatóan működjön, s egyúttal biztosítva legyenek a személyiségi jogok és az egyéni környezet védelme, az irányíthatóság, a szabványosítás és az interoperabilitás érdekében komoly technológiai fejlesztésekre és szabványos védelmi eljárások kialakítására és bevezetésére van még szükség.

1.4 TÉRINFORMÁCIÓS RENDSZEREK TÉRHÓDÍTÁSA

A téradatjellemzők mérése és gyűjtése (2.1), a számítógépek, illetve az adattárolás és adatfeldolgozás (2.2), valamint az adatátvitel (2.3) előbbiekben vázolt fejlődési fázisai a térinformatikában, illetve a térinformációs rendszerek alkalmazhatóságában is visszatükröződtek. S ha itt nem is beszélhetünk markánsan elkülönülő fázisokról, azt mindenképpen megállapíthatjuk, hogy a digitális korszakig jellemző, papíralapú térképeken elhelyezett, vagy azokhoz szorosan kötődő, adatok időszakára egyértelműen az volt a jellemző, hogy csak nagyon limitált jellemzőszámból álló, egyetlen időpontra vonatkozó téradatok álltak rendelkezésre a felhasználók (köztük a települési üzemeltetők, fejlesztők, tervezők) számára. Ezt az időszakot nevezhetjük a háttérinformációk, alapadatok időszakának.

A szenzorok, az űrtechnológia (műholdak), az adatátvitel és a számítógépek fejlődése egy szinte szakaszolhatatlan, egymásba érő folyamatos fejlődést hozott a térinformatikában. Egyre több mérőeszközzel (és más adatforrással), egyre gyakoribb időszakonként, egyre pontosabban, egyre gyorsabban kerültek be adatok a téradatrendszerekbe. Nagyon gyorsan megnyíltak új alkalmazási területek, mint például a Föld megfigyelése, a „világűr feltérképezése”, a környezeti, gazdasági, társadalmi elemzések; majd a belső terek (épületek, szerkezetek) meghódítása.

A digitális korszak néhány évtizede alatt mára eljutottunk oda, hogy például egy településhez kapcsolódva mára a településről, épületeiről, közszolgáltatásairól és eszközeiről, polgáiról és környezetükről, esetenként több száz, vagy akár több ezer szenzor vagy intelligens eszköz segítségével, szinte folyamatosan érkeznek adatok egy olyan tárterületre (felhő), amelynek kapacitási határait ma még nem is ismerjük. Mindez pedig lehetővé teszi, hogy például olyan nyitott városi adatplatformokat hozzunk létre, amelyek újabb információforrásokkal (szenzorok, berendezések, felhasználók stb.) egyszerűen bővíthetők, folyamatosan gyűjtik és igény szerint megjelenítik a „téradatokat”, illetve „szinte” valós idejű feldolgozás révén lehetőséget adnak például automatikus vagy emberi beavatkozásokra.

2. TÉRINFORMATIKAI ADATRENDSZEREK ÉS FEJLESZTÉSÜK

Számos, széles körben alkalmazott térinformációs rendszer segíti ma a települések hosszú távú fejlesztésével, vagy éppen napi üzemeltetésével, foglalkozó szakemberek munkáját. Így természetesen az okos városigazgatás és városüzemeltetés számára is ma már elengedhetetlen segédeszközt jelentenek [EC Nature, 2016]. Ezért indokolt, hogy közelebbről is megnézzünk ilyen adatrendszereket. Példaképpen az Európai Unió, illetve hazánk egy-egy kiemelkedő jelentőségű, igen magas színvonalú, rendszeresen továbbfejlesztett és folyamatos adatfrissítés mellett működtetett idősoros (a változásokat rendszeresen követő) térinformációs adatrendszerét mutatjuk be. Az egyik a CORINE (Coordination of Information on the Environment Land Cover, ma használatos rövid nevén CORINE Land Cover) elnevezésű, az EU által az 1980-as években indított térinformatikai projekt és egyben adatbázis, a másik a MePAR (Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer) elnevezést viselő hazai fejlesztésű és üzemeltetésű térinformatikai rendszer. A fejezetben a két nagyrendszer bemutatása során megmutatjuk, hogy melyek ezekben azok az adatrészek (tematikus „fedvények”), valamint ezekhez kapcsolódó szolgáltatások, amelyek lehetőséget adnak arra, hogy a nagy közszolgáltatási, igazgatási és ellátó-fenntartó rendszerekben a térinformatika megjelenhessen, azokba beépülhessen, s ezáltal elősegítse a feladatok magas színvonalú, hatékony és biztonságos ellátását.

2.1 A CORINE LAND COVER PROGRAM ÉS ADATRENDSZER

Az EU célja a CORINE Land Cover (CLC-) programmal [CLC, 2018] az volt, hogy létrehozzon egy saját fejlesztésű téradatrendszert, amely alkalmas arra, hogy az európai földrész egész területén a föld borítottságát, azaz a földfelszín természetes, illetve emberi beavatkozás által módosított állapotát a technológia fejlődésével egyre részletesebben feltérképezze és rendszeresen nyomon kövesse [EU ECIP, 2004; Kovács, 2014].

A CLC-programban ma 39 ország vesz részt. A térinformatikai rendszer bemenő adatait műholdas távérzékeléssel kapott képek jelentik, amelyeket a Landsat- és SPOT-műholdcsalád egyre fejlettebb műholdjai és multispektrális távérzékelő szenzorai szolgáltatnak.

2.1.1 A CLC-program első lépései

A digitális adatbázis kezdetben – a távérzékelte képek felbontásához igazodva – csak öt különböző földfelszín-borítottságot különböztetett meg:

- mesterséges felszínek;
- mezőgazdasági területek;
- erdők és természetközeli területek;
- vízenyős területek;
- vizek.

A képfelbontás javulásával párhuzamosan, a CLC-program célkitűzéseinek megfelelően, az alapszintű felbontás mind az öt kategóriája alatt megjelent egy-egy újabb szint, ami a felszínborítottság további tagolását tette lehetővé.

A mesterséges felszínen belül megjelentek:

- a lakott területek;
- az ipari és kereskedelmi területek, közlekedési hálózatok;
- a felszíni bányák, lerakóhelyek és építési munkaterületek; valamint
- a mesterséges, nem mezőgazdasági zöldterületek.

A mezőgazdasági területeken belül külön kategóriába sorolták:

- a szántóföldeket;
- az állandó növényi kultúrákat;
- a legelőket és
- a vegyes mezőgazdasági területeket [Ángyán et al., 2005; Kovács, 2012].

Az erdőkn és a természetközeli területeken belül külön jelölték:

- az erdőket;
- a cserjéseket és/vagy lágyszárú növényzetű területeket; valamint
- a növényzet nélküli, vagy kevés növényzetű nyílt területeket.

A vizenyős területeket is további két alkategóriára bontották:

- a szárazföldi vizenyős területekre és
- a tengermelléki vizenyős területekre.

Végül az összefüggő nagy vízfelülettel borított területeken belül is megkülönböztették:

- a kontinentális vizeket és
- a tengeri vízfelületeket.

2.1.2 A CLC-program továbbfejlesztése

A technológia további javulása már mintegy két évtizede lehetővé tette – az eredeti terveknek megfelelően – az adatrendszer feltöltését a felszínborítottság háromszintű rétegezetségi adataival. Ezek között már szép számban találunk olyan kategóriákat, amelyeket a várostervezés és a városüzemeltetés során is jól tudunk hasznosítani. Ezen a szinten már megjelennek például az összefüggő és nem összefüggő település szerkezettel borított területek; az ipari vagy kereskedelmi területek mellett az ún. hálózatos infrastruktúrák „területfoglalásai” is, mint út- és vasúthálózat, és csatlakozó területeik, valamint a kikötők és a repülőterek. De külön kategóriaként megjelennek a felszíni nyersanyag-kitermelés területei mellett a különböző hulladéklerakók és a meddőhányók is. Sőt, a városi zöldterületek és a sport-, szabadidő- és üdülőterületek, s mellettük az építési munkaterületek is.

A fentieket foglalja össze mind az öt felszínborítottságra kiterjedően az 1. táblázat.

1. szint	2. szint	3. szint
1. Mesterséges felszínek	1.1. Lakott területek 1.2. Ipari, kereskedelmi területek, közlekedési hálózat 1.3. Bányák, lerakóhelyek, építési munkaterületek 1.4. Mesterséges, nemmezőgazdasági zöld területek	1.1.1. Összefüggő településszerkezet 1.1.2. Nem összefüggő településszerkezet 1.2.1. Ipari vagy kereskedelmi területek 1.2.2. Utak, vasutak és csatlakozó területek 1.2.3. Kikötők 1.2.4. Repülőterek 1.3.1. Nyersanyag-kitermelés 1.3.2. Lerakóhelyek, meddőhányók 1.3.3. Építési munkahelyek 1.4.1. Városi zöldterületek 1.4.2. Sport-, szabadidő- és üdülőterületek
2. Mezőgazdasági területek	2.1. Szántóföldek 2.2. Állandó növényi kultúrák 2.3. Legelők 2.4. Vegyes mezőgazdasági területek	2.1.1. Nem öntözött szántóföldek 2.1.2. Állandóan öntözött területek 2.1.3. Rizsföldek 2.2.1. Szőlők 2.2.2. Gyümölcsösök, bogyósok 2.2.3. Olajfaültetvények 2.3.1. Rét / legelő 2.4.1. Egynyári és állandó kultúrák vegyesen 2.4.2. Komplex művelési szerkezet 2.4.3. Elsődlegesen mezőgazdasági területek jelentős természetes növényzettel 2.4.4. Mezőgazdasági-erdészeti területek
3. Erdők és természetközeli területek	3.1. Erdők 3.2. Cserjés és lágyszárú növényzet 3.3. Növényzet nélküli vagy kevés növényzetű nyílt területek	3.1.1. Lomblevelű erdők 3.1.2. Tülevelű erdők 3.1.3. Vegyes erdők 3.2.1. Természetes gyepek, természetközeli rét 3.2.2. Hangafüves, harasztos területek 3.2.3. Keménylombú mediterrán növényzet 3.2.4. Átmeneti erdős-cserjés területek 3.3.1. Homokos tengerpartok, dűnék, homok 3.3.2. Csupasz sziklák 3.3.3. Ritkás növényzet 3.3.4. Leégett területek 3.3.5. Gleccserek, örök hó

1. szint	2. szint	3. szint
4. Vizenyős területek	4.1. Szárazföldi vizenyős területek 4.2. Tengermelléki vizenyős területek	4.1.1. Szárazföldi mocsarak 4.1.2. Tőzeglápok 4.2.1. Tengermelléki mocsarak 4.2.2. Sólepárlók 4.2.3. Árapály által érintett területek
5. Vizek	5.1. Kontinentális vizek 5.2. Tengeri vízfelületek	5.1.1. Folyóvizek, vízi utak 5.1.2. Állóvizek 5.2.1. Tengerparti lagúnák 5.2.2. Folyótorkolatok 5.2.3. Tenger és óceán

1. táblázat: A CORINE területhasználati kategóriák szintenként

(Forrás: <http://www.fomi.hu/vcorine> – BFKH FTFF.)

2.1.3 Hazánk bekapcsolódása a CLC-programba

A CLC-program lényeges sarokköve, hogy a programban részt vevő országok maguk is hozzájárulnak a komplex téradatrendszer adatainak rendszeres ellenőrzéséhez és pontosításához saját eszközeikkel. Ez rendszerint egyéb műholdas távérzékelési adatok mellett rendszeres légi felvételezéssel, illetve földi (helyszíni) kontrollmérések útján történik.

Magyarország régóta bekapcsolódott az Európai Unió CORINE-programjába, a kijelölt felelős intézmény a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) volt. A FÖMI portálján keresztül hozzá lehetett férni a CORINE-program keretében létrehozott idősoros (azaz változásokat rendszeresen követő) térinformációs rendszernek az EU által közcélú használatra nyilvánosság számára megnyitott részéhez [Büttner et al., 2001].

Megjegyezzük, hogy a Földmérési és Távérzékelési Intézet – a központi hivatalok és a költségvetési szervek formában működő minisztériumi háttérintézmények felülvizsgálatával kapcsolatos intézkedésekről szóló 1312/2016. (VI. 13.) Korm. határozatnak megfelelően – 2017. január 1-ével beolvadt a Budapest Főváros Kormányhivatalába. Feladatait azonban továbbra is ellátja az eredeti székhelyén, mint Budapest Főváros Kormányhivatala Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztálya (BFKH FTFF). Az intézményi integráció eredményeként a Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály ugyanúgy biztosítja a feladatok zökkenőmentes ellátását, változatlan helyszínen, elérhetőségeken és színvonalon. Így a CLC50 (1 : 50 000 léptékarányú CORINE Land Cover, azaz földborítási adatbázis) adatai a jövőben is hozzáférhetők.

Jelenleg a CORINE-program a CLC50 keretében már több földborítási területen – a bővülő felhasználói igények kiszolgálása érdekében – elkezdte a negyedik, sőt, bizonyos esetekben az ötödik szintű alosztásban is kiértékelni és feltölteni az adatrendszert. Ez településigazgatási és üzemeltetési szempontból azt jelenti, hogy még részletesebb városi szintű, hiteles, rendszeresen frissített adatokhoz férhetünk hozzá a jövőben.

A már jelenleg is elérhető adatok közül kiemelnénk néhány fontosabbat. Felhívjuk a figyelmet, hogy a település üzemeltetési, illetve fejlesztési szempontból nem csak a „Mesterséges felszínek” kategóriában, hanem a „Mezőgazdasági területek”, az „Erdők és természetközeli területek”, sőt, a „Vizek” területén is találunk hasznos negyedik

és ötödik szintű kategóriákat. Érdemes legalább felsorolásszerűen áttekintenünk a településfejlesztési és településüzemeltetési szempontból kiemelt jelentőségű, a CLC50 idősoros térinformációs adatrendszerben kialakított részletesebb földborítottsági kategóriákat. Az alábbiakban megadjuk ezeket az alábontást (besorolást) azonosító kóddal együtt:

1. MESTERSÉGES FELSZÍNEK

1.1.1.1. Városközpontok

1.1.1.2. Történelmi belvárosi területek

1.1.2.1. Nem összefüggő településszerkezet, kertek nélküli többemeletes lakóházakkal beépítve

1.1.2.2. Nem összefüggő, családi házas és kertes beépítés

1.1.2.3. Erdei környezetben lévő, nem összefüggő beépítés

1.2.1.1.1. Ipari és kereskedelmi létesítmények

1.2.1.1.3 Oktatási és egészségügyi létesítmények

1.2.1.2. Speciális műszaki létesítmények

1.2.2.1. Úthálózat és csatlakozó területek

1.2.2.2. Vasúthálózat és csatlakozó területek

1.2.3.2. Folyami és tavi kikötők

1.2.3.3. Hajógyárak, hajójavító üzemek

1.2.3.4. Sport- és szabadidő kikötők

1.2.4.1. Repülőterek szilárd burkolatú kifutópályával

1.2.4.2. Fűves kifutópályájú repülőterek

1.3.2.1. Szilárd-hulladék lerakóhelyek

1.3.2.2. Folyékony-hulladéktároló telepek

1.3.3.1. Építési munkahelyek

1.4.1.1. Parkok

1.4.1.2. Temető

1.4.2.1. Sportlétesítmények

1.4.2.2. Szabadidő-területek

1.4.2.3. Üdülőtelepülések

2. MEZŐGAZDASÁGI TERÜLETEK

2.1.1.3. Melegházak

2.4.2.2.2. Tanyák

3. ERDŐK ÉS TERMÉSZETKÖZELI TERÜLETEK

3.1.1.1. Zárt lombkoronájú természetes lombhullató erdők nem vizenyős területen

3.1.1.3. Nyílt lombkoronájú természetes lombhullató erdők nem vizenyős területen

3.1.1.5. Lombos erdő ültetvények

3.1.2.5. Tűlevelű ültetvények

3.2.4.3. Bokorerdők / Spontán cserjésedő vagy erdősődő területek

3.2.4.4. Csemetekertek, erdei faiskolák

3.3.1.3. Folyópartok

5. VIZEK

5.1.1.1. Folyóvizek

5.1.1.2. Csatornák

2.2 MESTERSÉGES TAVAK, VÍZTÁROZÓK

A fentiek alapján már nem véletlen, hogy a CORINE Land Cover, azaz az Európai Unió földborítási térinformációs rendszere az utóbbi évek fejlesztéseinek köszönhetően általánosan elfogadott és használt döntéstámogató rendszer például a modern területfejlesztésben, kiemelten a hálózatos infrastruktúrák tervezésében [Kovács, 2009]. De a városfejlesztésben, különösen az „okos város” jellegű városüzemeltetési és közszolgáltatási megoldásokban is egyértelmű igény jelent meg arra nézve, hogy kerüljön kialakításra olyan városi adatplatform, amely lehetővé teszi a városi folyamatok és a város működésének folyamatos figyelemmel kísérését térben és időben egyaránt [Kovács et al., 2016].

2.2.1 MePAR – Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer

A Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer (MePAR) a közösségi és nemzeti forrásból finanszírozott agrár- és vidékfejlesztési támogatások kizárólagos hivatkozási, azonosítási és területi információs rendszere (115/2003. FVM rendelet a Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszerről).

A MePAR egy olyan téradatrendszer, amely elsődleges funkcióját tekintve tulajdonképpen egy hivatkozási (igazolási) rendszer, hiszen az EU mezőgazdasági támogatásokat folyósító Kifizető Ügynökség (MVH) mintegy 200 ezer ügyfele a területhez kötődő támogatásokra vonatkozó kérelmeit és adatszolgáltatásait a MePAR-on keresztül teheti meg.

Ugyanakkor a MePAR egy szolgáltató rendszer, hiszen a MePAR-program keretében, hazai fejlesztéssel, kialakításra került egy közel négyszázezer (377 000) egyedi azonosítóval ellátott fizikai blokkból álló rendszer. A blokkok kialakításánál törekedtek a természetes fizikai határok felhasználására, de természetesen figyelembe vették a gazdálkodók parcellaméreteit is, annak érdekében, hogy a mezőgazdasági táblák egyértelműen beazonosíthatók legyenek.

Emellett a MePAR egy területi információs rendszer is, mely minden résztvevő részére információt szolgáltat minden egyes mezőgazdasági parcella esetében arról, hogy mely területek jogosultak támogatásra, ott mely támogatási jogcímenek lehet pályázni, és milyen korlátozásokat kell betartani a gazdálkodás során.

2.2.1 A MePAR – mint mintarendszer

A MePAR mint idősoros térinformációs adatrendszer mintául szolgálhat a nem, vagy nem csak, mezőgazdasági célú téradatrendszerek, így például a települési adatrendszerek kialakításához, ezért érdemes röviden áttekinteni az alapadatait és adatstruktúráját, valamint a szolgáltatásait.

A MePAR alapadatai a következők:

- a fizikai blokkok és határvonalai,
- a támogatható és a nem támogatható területek határvonalai,
- az egyedi blokkazonosítók és a nettó támogatható területek.

A MePAR-alapadatok elsődleges adatforrásai a légifelvételek (ortofotók), a helyszíni (in situ) adatfelvételek, valamint a műholdas ellenőrző felvételek. A MePAR térinformatikai rendszerének egyes elemeit tartalmazza a 2. táblázat.

A MePAR feladatait és működtetését a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium 115/2003. (XI.13.) számú rendelete szabályozza.

A MePAR-ral szembeni kiemelt elvárás az adatok naprakészségének folyamatos biztosítása. A program keretében ezért ötvenként (a tervek szerint a jövőben négyvenként) a teljes ország légifelvételezése megtörténik, s az így kapott ortofotók alapján elkészül a teljes fizikai blokkrendszer ellenőrzése, szükség szerinti korrigálása.

A másik kiemelt elvárás a MePAR-programmal szemben a folyamatos változásvezetés. Ez történhet a gazdálkodók kezdeményezésére, az MVH mint támogatás-folyósító, de egyúttal ellenőrző szervezet helyszíni ellenőrzése nyomán, illetve a műholdas távérzékeléssel vagy a légifelvételek alapján végzett kontrollmérések eredményeképpen.

MePAR	Név	Típusa	Érvényessége
Alapadatok	Blokkazonosítók és területazonosítók	/nem releváns/	2004–
	Fizikai blokkok határai	/nem releváns/	2004–
	Nem támogatható területek határai	/nem releváns/	2004–
	Ortofotók (2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016)	/nem releváns/	2005–
Tematikus rétegek (fedvények)	17%-nál meredekebb területek	blokkon belüli	2009–
	2008. évben AKG-ban kérelmezett nádas területek	blokkon belüli	2009–
	Árvízjárta területek	blokk szintű	2009–
	EMVA mezőgazdasági területek erdősítése	blokkon belüli	2009–
	Értékes tájlemek fedvénye (fa- és bokorcsoportok, kunhalmok, gémeskutak stb.)	blokkon belüli	2010–
	ÉTT – Érzékeny Természeti Területek	blokk szintű	2005–2010
	HM Natura 2000 bejegyzéssel érintett területek fedvénye	blokkon belüli	2009–
	KAT – Kedvezőtlen Adottságú Területek	blokk szintű	2005–2009
	KAT – Kedvezőtlen Adottságú Területek felülvizsgálata	blokk szintű	2010–
	Kataszteri fedvény	blokkon belüli	2004–
	MTÉT – Magas Természeti Értékű Területek	blokk szintű	2009–
	Natura 2000 területek (2008)	blokk szintű	2008–2009
	Natura 2000 területek felülvizsgálata	blokk szintű	2010–
	Nitrát-rendelet B melléklet szerinti területek	blokk szintű	2006–
	NVT mezőgazdasági területek erdősítése	blokkon belüli	2008–
	Nyílt karsztok	blokk szintű	2006–
	Sérülékeny vízbázisok	blokk szintű	2006–
	Szélrózsiával érintett területek	blokk szintű	2009–
	Terasz fedvény (szőlő ültetvényekre)	blokkon belüli	2009–
	Vásárhelyi Terv területei	blokk szintű	2009–
	Vízerózióval érintett területek (12%-os lejtő)	blokkon belüli	2005–
	Vízvédelmi sávok fedvénye	blokkon belüli	2012–

2. táblázat: A MePAR térinformatikai rendszer alapadatai és tematikus rétegei az érvényesség megjelölésével

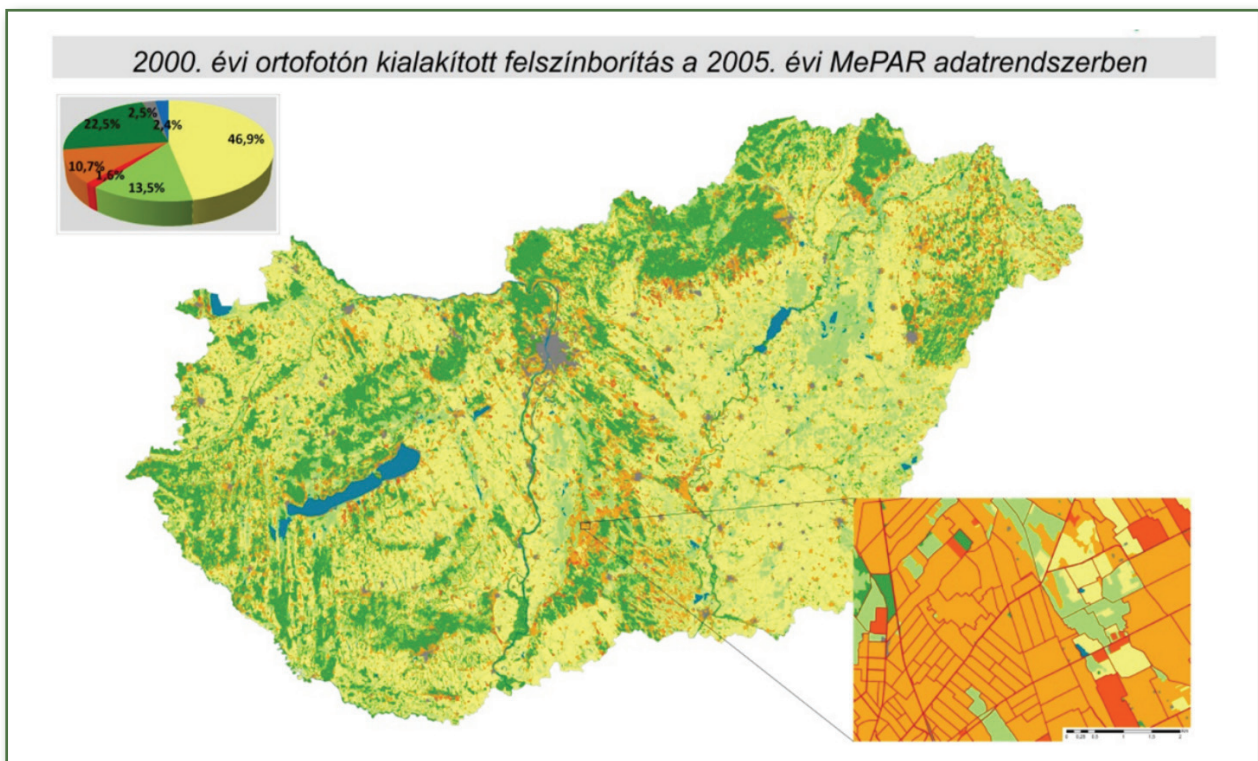
(Forrás: FÖMI–BFKH FTFF.)

A fentiek mellett természetesen egyéb feladatai is vannak a MePAR-nak, például az internetes MePAR-böngésző üzemeltetése a földterületek elhelyezkedésének meghatározásához. Külön érdemes kiemelni a különböző tematikus fedvények, azaz meghatározott célú adatgyűjtéssel előállított téradatarendszer (például a domborzati viszonyok, s ezen belül a 12%-os, illetve 17%-os lejtők; az európai Natura 2000 program keretében védett területek; a Nemzeti Vidékfejlesztési Terv finanszírozásában telepített erdők; a szélérózió területei; a folyóvizeink menti ártérületek; valamint számos egyéb jellegzetes, illetve fontos felszínborítottsági vagy ahhoz kapcsolható tájelemek stb.) MePAR-ba illesztését, változásvezetését, valamint speciális esetek (pl. árvizek esetében vis major) kezelését, mint a MePAR egyik hasznos szolgáltatás csomagját [Széles, 2006].

2.2.2 A MePAR felszínborítási adatának fejlődése

A MePAR az elmúlt esztendőben igen jelentős fejlődést mutat. Ennek szemléltetésére két példát mutatunk be: elsőként a felszínborítottság kiértékelésének finomítását (és annak hatásait), másodikként az adatforrásainak látványos bővülését. A térinformatikai adatok értelmezése és felhasználása során mindig körültekintően kell eljárni. Ebből a nézőpontból is érdemes összevetni a felszínborítást a 2005. évi és a 2014. évi MePAR-adatrendszerben. Előbbi a 2000. évi országos lefedésű ortofotó sorozat kiértékelése alapján lett fölvéve, utóbbi a 2010–2013. évi országos ortofotó sorozat alapján.

Az első esetben – az ortofotók felbontásához igazodva – a térinformatikai adatrendszer alapegységeinek, azaz „objektumainak” (esetünknek egy adott felszínborítási kategóriához tartozónak minősített területnek, azaz a „foltoknak”) a száma 751 584 volt (lásd 1. ábra).

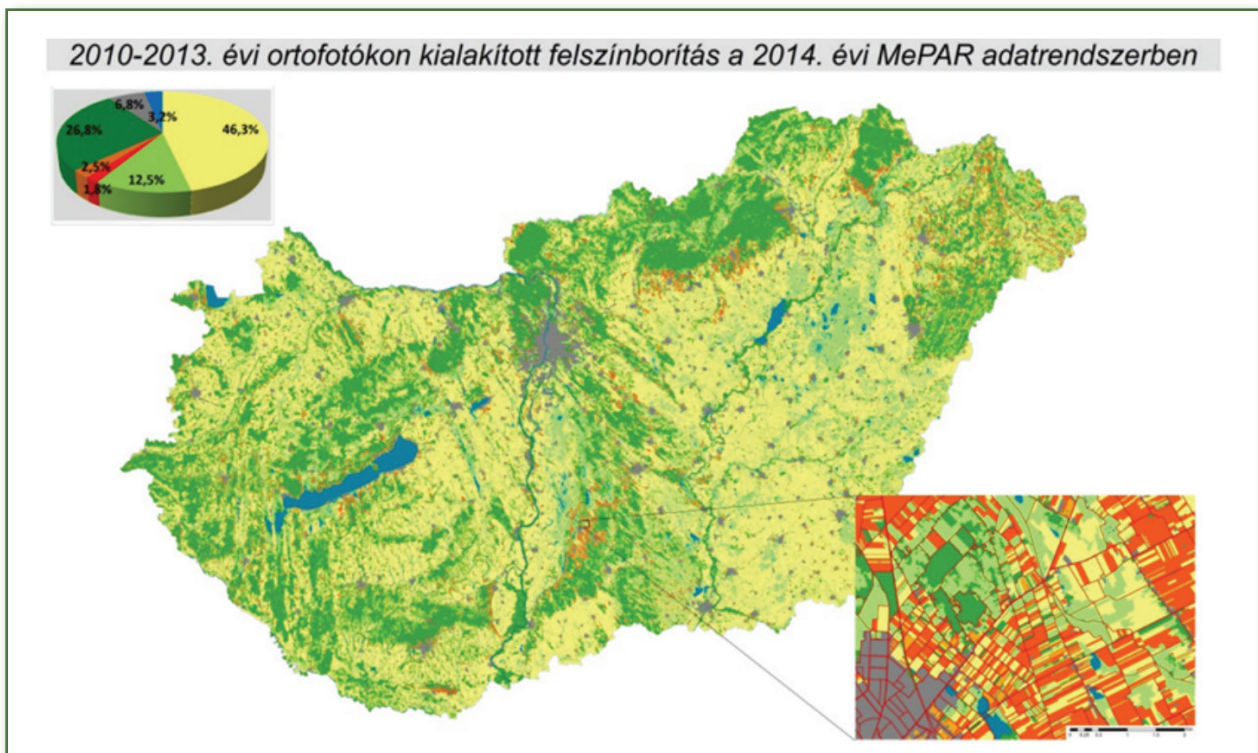


1. ábra: Hazánk felszínborítottsága – MePAR 2005 (Forrás: FÖMI – BFKH FTFF.)

A második esetben – az ortofotók javuló felbontásához igazodva – a térinformatikai adatrendszer alapegységeinek, azaz a „foltoknak” a száma közel két és félszer annyi, összesen 1 913 748 darab volt (lásd 2. ábra). Ez ahhoz vezetett, hogy a részletesebb felbontás a korábban egyetlen „foltot” két-három kisebb foltdarabra osztotta, s így a korábban egyetlen kategóriával jellemzett terület akár három különböző kategóriára is szétválhatott. Ennek a folyamatnak a földborítási kategóriák szempontjából voltak nyertesei (amelyek területe ilyen módon összességében megnövekedett) és voltak vesztesei is (amelyek területi aránya csökkent).

A részletesebb lefedési kategorizálás következtében például „megjelentek” az addig a nagyobb egységekben kisebb arányt képviselő, s így a nagyobb egységben korábban „nem látszó”, épített környezeti elemek, például településrészek, utak stb. Nyilvánvalóan ennek köszönhetően „ugrott fel” a 2014. évi MePAR-adatbázisban a „Települések, infrastruktúrák” kategória területhasználata országos szinten a 2005. évi 2,5%-ról közel háromszorosára, 6,8%-ra, s nem valamiféle elképesztő építkezési lázról.

Hasonló módon – bár voltak jelentős fásítási programok –, valószínűleg a hazai erdőborítottság egy évtized alatti több mint 4 százalékpontos „növekedése” mégsem elsősorban a fásításnak, hanem annak volt köszönhető, hogy a részletesebb kategorizálás során az utak és mezőgazdasági táblák menti fasorok, a kisebb ligetes területek és a városi közterületi facsoportok önálló területi egységként jelentek meg. A vesztesek nyilván az eleve összetett kategóriák, mint például a „Vegyes művelésű mezőgazdasági területek”, amelyből kiváltak az erdőrészek, gyümölcsösök, esetenként folyók, kisebb tavak, s így a 2005-ös 10,7%-os arányról a negyedére, 2,5%-ra estek vissza.

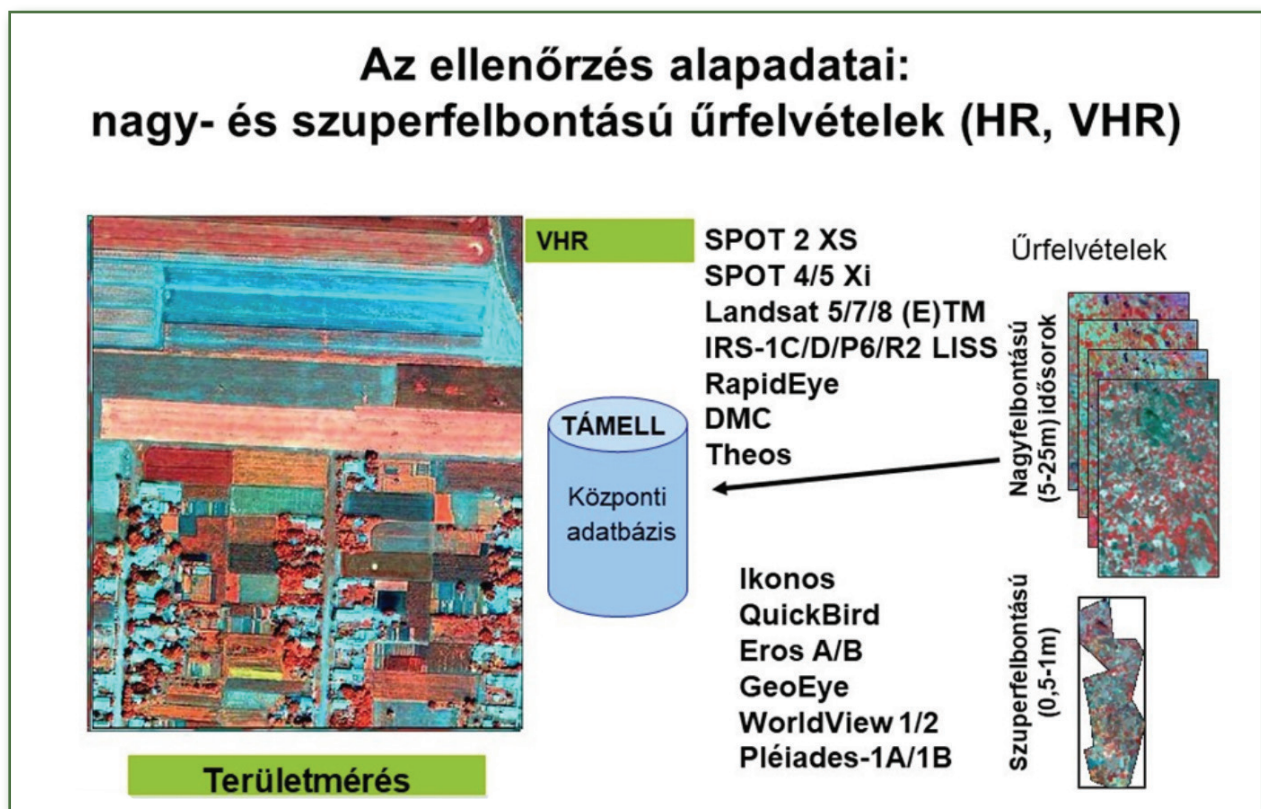


2. ábra: Hazánk felszínborítottsága – MePAR 2014 (Forrás: FÖMI – BFKH FTFF.)

A fenti példák is alátámasztják, hogy feltétlenül indokolt a térinformációs rendszerek adatainak felhasználása során, különösen a téradatokban történő változások esetében megvizsgálunk annak lehetséges okait, s ezek között feltétlenül szerepeljen az adatfelvétel, ill. az adatfeldolgozás változásának nyomkövetése. Például változhat az adatgyűjtőszensor (javulhat a felbontóképesség, bővíthet vagy változhat a spektrális felbontás stb.), valamint változhatnak a feldolgozás, kiértékelés elvei, illetve eljárása, és ez (is) oka lehet az adott területhez, objektumhoz tartozó téradat megváltozásának.

Tehát mielőtt a változások indokaként komolyabb társadalmi vagy gazdasági okokat, fejlesztési eredményeket fogalmazunk meg, fontos ellenőrző vizsgálatokat végeznünk, más forrásokból adatokat gyűjtenünk a tényleges, illetve a látszólagos változások elkülönítésére. Példánkban az ország erdőborítottságának MePAR szerinti örömteli növekedése és az erdőterületek tényleges növekedése közötti különbség tisztázása érdekében célszerű az adott alkalmazási terület (pl. egy település vagy járás közigazgatási terület) vonatkozásában a szakterülettel konzultálnunk, illetve az adatokat közelebbről megvizsgálunk.

De nem csak a földfedettség területén pontosodott jelentős mértékben az adatbázis, hanem az ellenőrzési folyamatokban is. Napjainkra a kezdeti, viszonylag szerény távérzékelési lehetőségeket, illetve helyszíni bejárásokat felváltották a nagy- és szuperfelbontású űrfelvételek, amelyeket több mint egy tucat műholdcsaládtól szerez be a rendszer. Ennek modelljét mutatja a 3. ábra.



3. ábra: A MePAR ellenőrzési feladataihoz űrtávérzékelési adatokat szolgáltató műholdak

és az adatnyerési folyamat sematikus modellje

(Forrás: FÖMI – BFKH FTFF.)

3. PÉLDA A TÉRINFORMATIKA KÖZÖSSÉGI ALKALMAZÁSÁRA

Mint azt e tanulmány bevezető gondolataiban már hangsúlyoztuk, az okos város közlekedésfejlesztési területei közül kiemelkedő jelentőségű az intelligens közlekedésirányítás és az autonóm járművek kifejlesztése és városi közlekedésbe állítása. Mindkét terület sikeres fejlesztésének alapvető feltétele a közlekedésre ható feltételek és tényezők beazonosítása és a közlekedésre gyakorolt hatásuk megismerése. Ezen külső, jelentős hatású tényezők egyike az időjárás. A térinformatika közösségi célú alkalmazására vonatkozó példánkban éppen ezért azt fogjuk bemutatni, hogyan lehet a térinformációs technológiákat alkalmazni egy-egy speciális kérdésben, például az időjárás közlekedési, ezen belül a közösségi szempontból legérzékenyebb, személyi sérüléssel járó baleseti hatásainak hatékony feltárásában, illetve részletes vizsgálatában.

3.1 IDŐJÁRÁSI HATÁSOK A KÖZLEKEDÉSI BALESETEKBEN

Mindannyian tapasztaljuk, hogy az időjárásnak, illetve az időjárás változásának jelentős hatása van a közösségekre, így különösen a települések életére. Elég csupán a lakó- vagy irodaházak klimatizálására, a termek megvilágítására, a csapadékvíz hasznosítására, a közterek öntözésére vagy a hóhullámok humánegészségügyi kérdéseire gondolnunk ahhoz, hogy tényként állíthassuk: a települési okos megoldások tervezése és kialakítása során figyelemmel kell lennünk a klimatikus viszonyokra. Ehhez azonban elengedhetetlen, hogy igyekezzünk előzetesen alaposan megvizsgálni és megismerni az időjárás, illetve időjárás-változás tényleges hatásait, amelyek nemritkán bizony jelentősen eltérnek egyes közkeletű vélekedésektől.

Példaképpen a meteorológiai jellemzők változásának közúti közlekedési hatásait vizsgáltuk, mégpedig azon belül is célzottan a közösség szempontjából legérzékenyebb területen, a személyi sérüléssel járó balesetek vonatkozásában. Annak ellenére, hogy az általánosnak mondható vélekedés szerint az időjárásnak, például az esőzésnek, a hirtelen lehülésnek komoly balesetszámot növelő hatása van, ezen a területen viszonylag kevés a megalapozott, a gyakorlatban is használható eredmény.

Ebben a fejezetben – területi alapon és időben egymáshoz rendelt meteorológiai és baleseti adatok alapján – bemutatunk egy olyan elemzést az időjárás-változás és a személyi sérüléssel járó közúti közlekedési balesetek alakulásáról, amely bázisul szolgálhat a települési szintű részletesebb vizsgálatokhoz. Az elemzés lényege, hogy megvizsgáljuk, van-e összefüggés, s ha igen, milyen mértékű, egy adott terület, térség időjárása, illetve időjárásának megváltozása és az ott bekövetkezett balesetek számának változása között. Ehhez nyilvánvalóan szükségünk van a rendszeresen mért időjárás adatokra adott helyszínekre, területekre vonatkozóan, illetve ugyanígy helyhez kötődően a balesetek alakulására is. A térinformációs adatrendszerek éppen ilyen struktúrában tartalmazzák az adatokat, és a térinformatikai módszerek éppen az ilyen jellegű összefüggések feltárására alkalmas eljárások. Példánkban tehát egy ilyen alkalmazást, illetve annak legfontosabb lépéseit vázoltuk.

Az első részben bemutatjuk, hogyan végeztük el a baleseti, illetve az időjárás adatok előzetes elemzését. Mindezenelőtt megvizsgáltuk az adatforrásainkat, kiszűrtük és javítottuk, illetve pótoltuk a hibás, illetve hiányzó adatokat. Majd elvégeztük a két adatrendszer egymáshoz illesztését, azaz – szükség szerint átlagolásokkal, interpolációkkal és egyéb eljárásokkal – kiegészítettük, módosítottuk a rendelkezésünkre álló adatrendszereket úgy, hogy végül területi alapon és időben is egymáshoz rendelhessük a meteorológiai és baleseti adatokat. Ezt követően elemeztük a baleseti adatokat, beazonosítottunk bizonyos jellemzőket és trendeket, majd részletes statisztikai elemzést végeztünk az időjárás adatokon, és eljutottunk az időjárás szempontból jelentősen, időnként drasztikusan eltérő időszakok beazonosításához („jelentős változású” napok), és azok kialakulását, illetve lecsengését jellemző napok („kialakuló jelentős változású” napok, „mérséklődő jelentős változású” napok) kiválasztásához.

A második részben az időjárás baleseti hatásainak vizsgálatát végeztük. Először általánosságban néztük meg az időjárás-változás balesetek számára gyakorolt hatásait, majd a „jelentős változású” időjárás körülmények fokozott mértékű hatásait elemeztük. Továbbá megvizsgáltuk az egyes jellemző baleseti szituációkra (pl. különböző ütközéses balesetekre, kereszteződésekben bekövetkezett karambolokra, gyalogosgázolásokra és egyéb kritikus helyzetekre) gyakorolt általános, illetve „jelentős változású” időjárás hatásokat. Végül elemeztük a fenti hatások várható trendjét.

Vizsgálataink során támaszkodtunk egy – az időjárás-változás balesetekre gyakorolt komplex hatását célzó – korábbi elemzésünkre [Vécsei – Kovács, 2014] és annak eredményeire. Az elemzéseink során többnyire az SPSS (Statistical Package for Social Science) statisztikai szoftvercsomagot használtuk.

3.2 BALESETI ÉS IDŐJÁRÁS ADATOK ELŐZETES ELEMZÉSE

3.2.1 Adatforrások

Korábbi kutatásokból rendelkezésünkre állt két alapvető kiindulási adatbázis: az 1990 és 2010 közötti időszakra vonatkozó két országos lefedésű, adatállomány. Az első a Központi Statisztikai Hivatal egyik adatgyűjtésből származó, összes személyi sérüléssel járó hazai közúti közlekedési baleset adatait tartalmazza, a másik az Országos Meteorológiai Szolgálat meteorológiai megfigyelőállomásai által mért időjárás paraméterek értékeit. Emellett a vizsgálathoz szükséges baleseti adatbázis kiegészítése során felhasználtuk a KSH éves országos forgalmi adatait, valamint a 2010. évi részletes közúthálózati forgalmi adatokat.

A baleseti adatbázis

A kutatásra felhasznált baleseti adatbázis alapján a vizsgált időszakban több százezer személyi sérüléses baleset történt hazánkban. Mivel a személyi sérüléssel járó balesetek esetében kötelező a rendőri intézkedés bevonása, s így a balesetek jegyzőkönyvezése, ezért kijelenthetjük, hogy az adatbázis nagy valószínűséggel tartalmazza az összes ilyen balesetet. Egy-egy balesethez kapcsolódóan minden esetben megtaláljuk a baleset idejére, helyszínére és a személyi sérülés súlyosságára vonatkozó adatokat, s emellett a baleset körülményeire vonatkozóan is találunk részletes adatokat. Összességében balesetenként átlagosan mintegy 40 adatot – köztük több mint húsz pálya-, illetve forgalmi jellemzőt – tartalmaz az adatrendszer.

A baleseti adatok legfontosabb jellemzői

A baleseteket súlyosságuk szempontjából három kategóriába sorolták a balesetben bekövetkezett legsúlyosabb személyi sérülés alapján: halálos kimenetelű balesetek, súlyos, illetve könnyebb személyi sérüléssel járó balesetek. A balesetek bekövetkezését óránkénti pontossággal adták meg.

A baleset körülményeire vonatkozóan a helyszín meghatározásához általában a közút megnevezését, valamint a közúti szakasz beazonosítását – amely általában a kilométerszelvény és azon belül a becsült/mért távolságot jelentette – alkalmazták az adatfelvételnél.

Az adatbázisban találunk számos további paramétert, amelyek segítik a balesetek tipizálását. Ilyenek például a baleset bekövetkezését jellemző információk, például útkanyarulatban, útkereszteződésben vagy egyenes úton történt-e az eset; ütközés esetén szemben vagy keresztben haladtak-e a járművek, az ütköző járművek valamennyien gépjárművek voltak vagy vasúti járművel, esetleg házi- vagy vadon élő állattal következett be az ütközés. De információt kaphatunk arról is, hogy vezető- vagy utassérülés történt-e, illetve volt-e a balesetnek gyalogos áldozata vagy sérültje.

Az időjárási adatbázis

A kutatásunkhoz rendelkezésre álló időjárási adatbázis az 1990 és 2010 közötti teljes időszakra vonatkozóan, óránkénti bontásban az Országos Meteorológiai Szolgálat öt megfigyelőállomásának (Budapest-Pestszentlőrinc, Pécs-Pogány, Szeged, Debrecen és Szombathely) részletes időjárás adatait, valamint további három megfigyelőállomás (Győr-Likócs, Nagykanizsa és Siófok) hőmérsékletadatait tartalmazza, ami mintegy 184 ezer adatsort jelent, soronként több mint 200 adattal.

Az időjárási adatok legfontosabb jellemzői

Az adatbázisba feltöltésre került adatok ún. szinoptikus megfigyelési elven alapuló mérésekből származnak, ami azt jelenti, hogy a mérések azonos időben, egyforma/összehasonlítható eszközökkel és azonos megfigyelési utasítás szerint történnek, így tehát a szolgáltatott adatok valóban összevethetők.

Az öt megfigyelőállomás által mért időjárási paraméterek: a hőmérséklet, szélirány, szélesebesség, légnyomás, relatív nedvesség, összfelhőzet, csapadékösszeg, valamint a csapadék jellege (amely lehet ködszítálás, szítálás; eső; ónos eső, ónos szítálás; záporosó; hó, havaseső; hózápor, darazápor; jégeső, jégdara; zivatar; hózivatar; illetve zivatar jégesővel). Emellett – mint említettük – az adatbázis tartalmazza három további megfigyelőállomás (Győr-Likócs, Nagykanizsa és Siófok) hőmérséklet adatait. Valamennyi adat órás megfigyelésű, de a csapadékadatok általában hat, de egyes időszakokban és mérőhelyeken tizenkét órás időszakonként leolvasott értékek.

3.2.2 Adatbázisok előfeldolgozása

Természetesen az adatrendszerek előfeldolgozásának szükséges előzménye az, hogy meghatározzuk, milyen időjárási jellemzők alapján keresünk kapcsolatot az időjárás, illetve időjárás-változás és a balesetek gyakoriságának megváltozása között. Készíthetünk olyan jellegű vizsgálatokat, amelyekben azt használnánk ki, hogy óránkénti adatok állnak rendelkezésünkre. Ilyen lehet például az az elemzés, amely az egy-egy napon belüli időjárás-változások intenzitása és a balesetek alakulása közötti kapcsolatot keresi. De tekinthetnénk a napszakok közötti eltérések (változások) baleseti hatását.

Jelen hatáselemzésben az időjárás paraméterek és a balesetek napi átlagértékeiből, pontosabban a napi átlagértékek változásának értékeiből indulunk ki, s ezen adatok alapján vizsgáljuk az időjárás baleseti hatását. Első lépésként mind a baleseti, mind a meteorológiai adatok esetében a hibás adatok javítása, illetve a hiányzó adatok pótlása kell, hogy megtörténjen.

Baleseti adatok előkészítése és illesztése

A baleseti adatok esetében a hibás adatokat a mért paraméter jellegétől (is) függő, többszintű ellenőrzésekkel próbáltuk azonosítani, majd javítani. Például a balesetszámoknál a hibás adatokat az értelmezhetetlen (pl. negatív) vagy kiugróan magas értékek alapján, illetve ellenőrző összegzésekkel vagy diszjunkciós vizsgálatokkal kerestük.

Egyes esetekben, például kiugróan magas baleseti érték esetén, az időpont és a hely alapján, megvizsgáltuk a médiában az adott időszak baleseti híreit. A hibásnak bizonyult, illetve hiányzó adatot általában korrigálni tudtuk, illetve elő tudtuk állítani az eseményre vonatkozó többi adatból. Ha ez nem volt lehetséges, akkor az adatot egyáltalán becsültük, vagy végső esetben az adatsort töröltük.

Időjárás adatok előkészítése és illesztése

Az időjárás adatok javítása jelentős részben eltér a baleseti adatok esetétől, mert az időjárás paraméterek változása (a csapadékadatok és -jellemzők kivételével) jól approximálható differenciálható függvényekkel, így a hibás vagy hiányzó értékeket megfelelő algoritmusokkal becsültük és pótoltuk. Mivel az adatrendszerünk – a lehullott csapadékmennyiség kivételével – minden paraméter esetében óránkénti adatokat tartalmaz, ezért a hat, illetve tizenkét órás gyűjtéssel mért csapadékadatokat is órás bontásban, egyenletesen szétosztottuk az adott időszakra.

Ezt követően fel kellett oldanunk egy tipikus térinformációs adatproblémát. Az egyik adatrendszer (a baleseti adatbázis) helyadatai viszonylag nagy pontossággal adóttak. Például egyértelműen hozzárendelhetők a mintegy 3200 hazai településhez, azok közigazgatási területe alapján. Sőt, meglehetősen jó közelítéssel meghatározhattuk a baleset helyszínének GPS-koordinátáit a lakott területen kívüli esetekben. Ezzel szemben az időjárás jellemzők (a hőmérséklet kivételével) csupán öt mérőállomáshoz, azaz öt településhez (Budapest-Pestszentlőrinc, Pécs-Pogány, Szeged, Debrecen és Szombathely) kötődtek. Viszont ahhoz, hogy a baleseti eseményeket és az időjárás körülményeket egymáshoz rendelhessük, szükségünk volt az időjárás adatokra is települési szintű bontásban.

Szerencsére az időjárás paraméterek változásai nagyon jól (a lehullott csapadék mennyiségének változása esetében kielégítően) közelíthetők különböző interpolációkkal, így a „szomszédos” mérőállomások adatai alapján a települési szintű időjárás adatokat meg tudtuk becsülni, s azokkal a táblázatot kiegészíthettük. A hőmérséklet esetében a további három megfigyelőállomás, azaz Győr-Likócs, Nagykanizsa és Siófok révén a helyszínek száma nyolcra nőtt, így a becslés még pontosabban elvégezhető volt. (Egyes időszakokban becsléseink további javítását tették lehetővé az Országos Meteorológiai Szolgálat kecskeméti, illetve miskolci mérőállomásainak adatai.)

3.2.3 Baleseti adatok elemzése

Többirányú elemzést érdemes elvégeznünk, mégpedig arra tekintettel, hogy a vizsgálatunk fókuszában a baleseteknek a közösségi (városi) élet mindennapjaira gyakorolt hatása áll.

Személyi sérüléssel járó közúti balesetek alakulása 1990 és 2010 között (ezer db)				
Év	Összes balesetek száma	Halálos sérüléssel járó balesetek száma	Súlyos sérüléssel járó balesetek száma	Könnyű sérüléssel járó balesetek száma
1990	74,60	5,80	31,40	37,40
1991	65,90	5,00	27,00	33,90
1992	66,10	4,90	26,50	34,70
1993	52,60	3,90	20,80	27,90
1994	56,00	3,70	21,70	30,60
1995	53,70	3,80	20,90	29,00
1996	49,70	3,40	18,90	27,40
1997	51,70	3,40	19,20	29,10
1998	54,60	3,30	20,30	31,00
1999	51,20	3,20	18,20	29,80
2000	47,20	2,80	17,20	27,20
2001	50,10	3,00	18,00	29,10
2002	52,90	3,30	18,70	30,90
2003	54,40	3,10	18,80	32,50
2004	56,80	3,20	19,30	34,30
2005	56,60	3,10	19,10	34,40
2006	57,20	3,20	19,20	34,80
2007	56,20	3,00	18,70	34,50
2008	52,10	2,40	16,80	32,90
2009	48,70	2,00	15,20	31,50
2010	44,40	1,80	13,40	29,20

3. táblázat: Személyi sérüléssel járó közúti balesetek alakulása 1990 és 2010 között

(Forrás: Saját szerkesztés [Vécsei – Kovács, 2014] nyomán.)

Ezért tehát egyfelől alapvető kérdés a balesetek számának változása és annak trendje, valamint a balesetek – személyi sérülés szempontjából tekintett – súlyosság szerinti jellemzőinek alakulása. Másfelől – különösen a lakott területen belül bekövetkezett balesetek esetében, a közlekedésszervezés és -irányítás alkalmazkodóképességének fejlesztése céljából – kifejezetten fontos az eseteket a közlekedési szituációk szempontjából is megvizsgálni.

Éves átlagok alakulása

Első lépésként éves szinten összesítettük a baleseti adatokat, mégpedig súlyosságuk szempontjából. A kapott eredményeket a 3. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat adataiból jól látható, hogy a személyi sérüléssel járó balesetek éves számai 1990 óta – különösen a halálos és súlyos balesetek számát tekintve – egyértelmű csökkenést mutatnak, annak ellenére, hogy a közúti gépjárművek száma 1990 és 2010 között jelentősen emelkedett.

Személyi sérülések éves alakulása

A balesetek egyéni és közösségi hatása szempontjából kiemelt jelentősége van annak, hogy a személyi sérüléssel járó közúti balesetekben belül milyen arányban vannak azok, amelyek halálos kimenetelűek vagy súlyos sérüléssel jártak (lásd 4. táblázat).

Személyi sérüléssel járó közúti balesetek belső arányainak változása 1990 és 2010 között			
év	Halálos balesetek aránya	Súlyos balesetek aránya	Könnyű balesetek aránya
1990	8%	42%	50%
1991	8%	41%	51%
1992	7%	40%	52%
1993	7%	40%	53%
1994	7%	39%	55%
1995	7%	39%	54%
1996	7%	38%	55%
1997	7%	37%	56%
1998	6%	37%	57%
1999	6%	36%	58%
2000	6%	36%	58%
2001	6%	36%	58%
2002	6%	35%	58%
2003	6%	35%	60%
2004	6%	34%	60%

Személyi sérüléssel járó közúti balesetek belső arányainak változása 1990 és 2010 között			
év	Halálos balesetek aránya	Súlyos balesetek aránya	Könnyű balesetek aránya
2005	5%	34%	61%
2006	6%	34%	61%
2007	5%	33%	61%
2008	5%	32%	63%
2009	4%	31%	65%
2010	4%	30%	66%

4. táblázat: Személyi sérüléssel járó közúti balesetek súlyosság szerinti belső arányainak alakulása 1990 és 2010 között

(Forrás: Saját szerkesztés [Vécsei – Kovács, 2014] nyomán.)

Az adatok alapján egyértelmű, hogy a halálos kimenetelű balesetek száma egyértelmű csökkenést mutat. Hasonlóan kedvező jelenség, hogy a súlyos balesetek aránya is folyamatosan csökkent a vizsgált több mint húsz esztendőben. Ezek a kedvező trendek szintén elsősorban két alapvető változásnak köszönhetőek. Egyfelől egyértelműen bizonyított, hogy az egyre korszerűbb felépítésű járműveknek, például a hatékonyabb ütközési energiaelnyelő-rendszerek beépítésének köszönhetően, jelentősen megnőtt a járműben utazók biztonsága. Másfelől a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően a hazai gépjárműforgalom baleseti kockázatát csökkentették a rendszerváltást követően beindult gyorsforgalmi úthálózat-fejlesztési programok, amelyeknek keretében a balesetileg legkritikusabb, kétszer egysávos főútvonalak jelentős hányada kiváltásra került a lényegesen biztonságosabb autópályákkal és autótutakkal. A városi forgalomban pedig a szintén legnagyobb veszélyforrást jelentő kereszteződésekben körforgalom lett kialakítva vagy jelzőlámpákkal lettek felszerelve.

Forgalommal korrigált napi átlagok és változások

Az alapvetően megcélzott statisztikai vizsgálatokban elsősorban a napi átlagértékek és az előző naphoz képest történt változás értéke a kiindulási adat, amely a statisztikai elemzésünkben az időjárási paraméterek változásától (is) függő változó.

Az egymást követő napok baleseti számai különbségének képzésekor azonban nem indulhatunk ki közvetlenül a napi baleseti számokból, mert figyelembe kell vennünk, hogy az egymást követő napokon a forgalmi értékek eltérhetnek, így jellemzően a balesetszámok „alpból” (azaz az időjárási adatoktól függetlenül) is eltérhetnek. Ezért a vizsgálatok nagyobb pontossága érdekében megjelöltük a napokat aszerint is, hogy melyek a heti munkanapok, pihenőnapok, illetve munkaszüneti napok stb.

A forgalmi adatokat becsléssel határoztuk meg a rendelkezésre álló éves országos adatokra, havi és tipikus napi átlagadatokra, valamint a 2010. évi részletes közúthálózati adatokra támaszkodva. Sőt, elkészítettük a hét napjaira, illetve hetekre, valamint évszakokra vonatkozó baleseti átlagokat is. Ezekkel az értékekkel korrigáltuk az adatokat, és így természetesen a napi balesetek különbségét is. Az elemzéseink során ezekkel a forgalommal korrigált értékekkel számoltunk.

Városi (lakott települési) adatok

A 4.3 alfejezetben részletezésre kerülő időjárás–baleset hatásvizsgálatok érdekében rendeztük és külön átlagoltuk a lakott települési, illetve lakott településen kívüli adatokat, valamint a baleseti jellemzőket – mégpedig az alábbiak szerint csoportosítva.

A bekövetkezés helye (helyszíne) szerint az adatokat elsőrendben két osztályba soroltuk aszerint, hogy

- lakott területen belül vagy
- lakott területen kívül következett-e be a baleset.

További albontások mindkét osztályban a következők:

- egyenes útvonalon bekövetkezett balesetek száma,
- útkanyarulatban bekövetkezett balesetek száma,
- útkereszteződésben bekövetkezett balesetek száma,
- bukkánóban bekövetkezett balesetek száma,
- egyéb útszakaszon bekövetkezett balesetek száma.

A bekövetkezés módja szerinti alapvető két kategória:

- az ütközéses balesetek vagy
- az ütközés nélküli baleseti események.

További albontások az ütközéses balesetek esetében:

- járművel történő ütközések, mint például:
 - szembe haladó járművek összeütközése,
 - azonos irányba haladó járművek összeütközése,
 - keresztező irányba haladó járművek összeütközése,
 - vasúti jármű és közúti jármű összeütközése,
 - egyenesen haladó és kanyarodó járművek ütközése,
 - álló járműnek ütközés.
- Nem járművel történő ütközések, mint például:
 - gyalogos elütése,
 - ütközés vadon élő állattal,
 - ütközés háziállattal,
 - szilárd tárgynak ütközés az útpályán,
 - szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül,
 - egyéb ütközéses balesetek.

Végül az ütközés nélkül bekövetkező baleseti eseteket csoportosítottuk:

- útpályán megcsúszás, farolás, felborulás az útpályán,
- pályaelhagyás szilárd tárgynak ütközés nélkül,
- egyéb ütközés nélküli balesetek.

Külön paraméterként kezeltük az utasok balesetét.

Húsz év több százezres balesetszámát összevetve a tízezres lélekszámot meghaladó települések (városok) számával, kijelenthetjük, hogy elegendő adat áll rendelkezésünkre ahhoz, hogy a későbbiekben települési szintű vizsgálatot is végezzünk. Hasonló okok miatt természetesen a mintegy kettőszáz járás szintjén is végrehajtható a statisztikai elemzés. Emiatt elkészítettük az adatok települési szintű, illetve járási szintű csoportosítását és feldolgozását is.

3.2.4 Időjárási adatok elemzése

Alapvető célunk az, hogy próbáljuk statisztikai eszközökkel számszerűsíteni az időjárás-változásnak a balesetek alakulására gyakorolt komplex hatását. Ehhez kiindulásképpen szükségünk van a klimatikus változások komplex leírására, azaz egyes jellemzőinek meghatározásán túl bizonyos időjárási szempontból „jelentős változású” állapotok, illetve változások beazonosítására (jelentős hőmérséklet-, csapadék- vagy szélereősség-változás stb. alapján), majd ezek közösen jellemezhető csoportokba rendezésére, a csoportok jellemzésére.

Legelső lépés az adatállomány „feltérképezése” volt. Az egyes időjárási paraméterek mért és rögzített adataiból meghatároztuk a napi átlagokat, majd vettük az előző napi átlagtól való eltéréseket.

Napi átlagértékek és változásuk terjedelme

A napi átlagértékek változásának szélsőértékei (terjedelme) az egyes időjárási paraméterek esetében a következőképpen alakultak (5. táblázat). A táblázatból könnyen kiolvasható, az egyes időjárási paraméterek mért és rögzített adataiból a napi átlagértékek változásának terjedelmei.

Napi átlagértékek napi változásainak (napi átlag mínusz előző napi átlag) terjedelmei az egyes időjárási paraméterek esetében (1990–2010)											
hőmérséklet-változás [°C]		csapadék-változás [mm]		szélereősség-változás [m/s]		légnyomás-változás [hPa]		relatív nedvesség vált. [százalékpont]		felhőzet-változás [okta]	
max. csökk.	max. növ.	max. csökk.	max. növ.	max. csökk.	max. növ.	max. csökk.	max. növ.	max. csökk.	max. növ.	max. csökk.	max. növ.
-9,14	11,06	-25,08	26,9	-4,58	5,22	-19,6	22	-27,1	31,7	-6,7	5,8

5. táblázat: Személyi sérüléssel járó közúti balesetek súlyosság szerinti belső arányainak alakulása 1990 és 2010 között

(Forrás: Saját szerkesztés.)

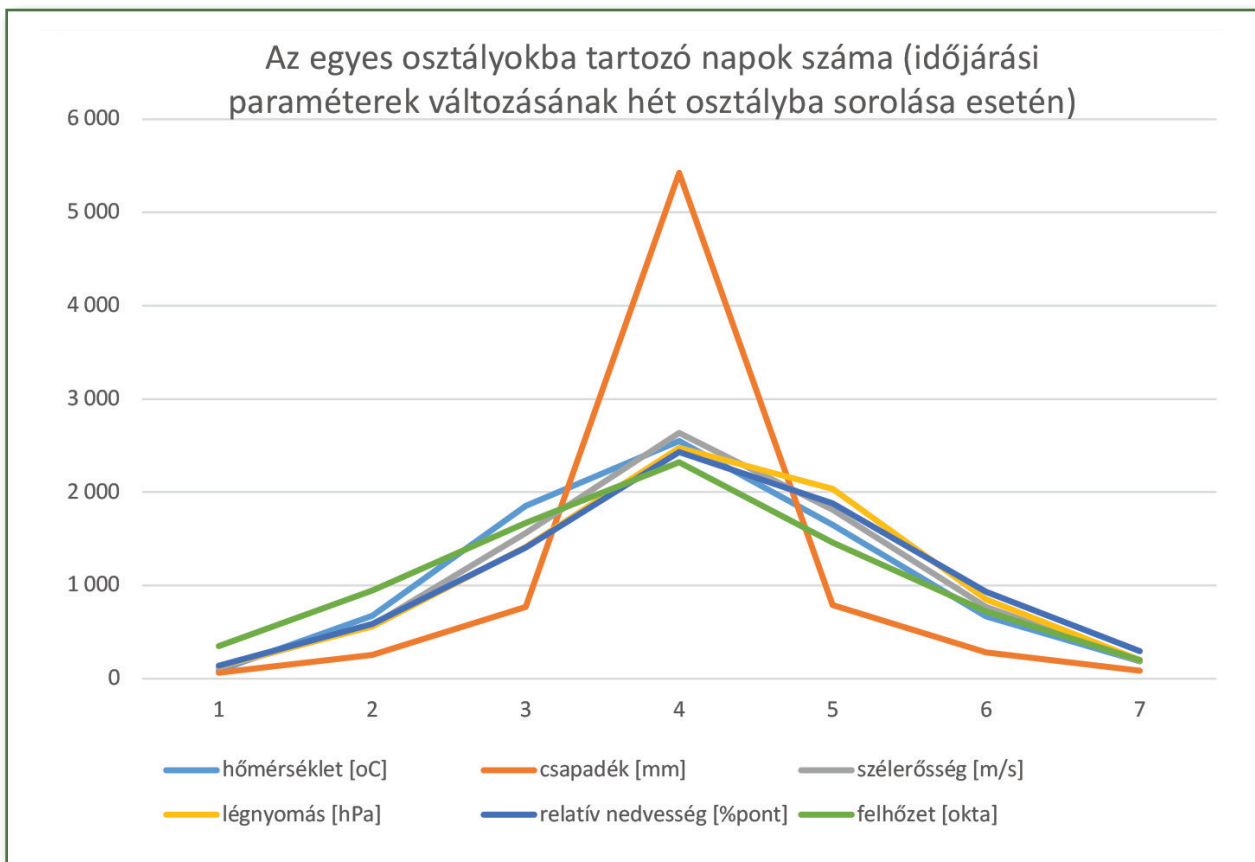
Ha össze akarjuk vetni az egyes paraméterek értékeinek ingadozását, akkor szükséges a terjedelmeket egységesen normalizálnunk. Erre több lehetőségünk is van. Az egyik legkézenfekvőbb eljárás az, ha minden egyes paraméter esetében meghatározzuk a teljes adathalmazra vonatkozóan az átlagértéket, majd az attól való eltéréseket százalékban fejezzük ki.

Az időjárási változások általános jellemzése

Az időjárási adatok statisztikai jellemzését az egyes paraméterek értékeinek belső osztályozásával (kategorizálásával) kezdtük. A kategóriák számát előre rögzítettük, és az általános gyakorlatnak megfelelően hétben határoztuk meg. Az automatikus kategorizálást „K-mean” klaszterezéssel végeztük. Ezáltal a leghatékonyabb módon tudtuk szétválasztani az egyes kategóriákat. Valamennyi időjárási jellemző (meteorológiai paraméter) – az adatrendszerünk által tartalmazott mérési adatok alapján – jó közelítéssel normális eloszlású (4. ábra).

A 4. ábrán jól látható, hogy az egyes meteorológiai jellemzők mért értékeiből meghatározott napi átlagértékek különbségeinek hét osztályba sorolása esetén az egyes osztályokhoz tartozó elemszámok (azaz azon napok száma, amelyek esetében a napi átlagértéknek az előző naphoz képesti eltérése éppen az adott korlátok közé esik) normális eloszlást követnek.

Az adatokat közelebbről megvizsgálva jól látható (lásd 6. táblázat), hogy a különböző meteorológiai paraméterek esetében az adatok szórásának jelentős eltérése miatt az egyes kategóriák elemszáma (azaz az adott osztályba eső mérési eredmények száma) is jelentős mértékben eltért. Míg a legnagyobb értékeket tartalmazó első kategóriába a napi átlaghőmérséklet-, illetve a napi csapadékösszeg-változásoknak – huszonegy év 7670 napját tekintve – csupán körülbelül egy százaléka jutott, addig a napi átlagos összfelhőzet változásnak már közel öt százaléka esett, ami a csapadékváltozásnak csaknem hatszorosa.



4. ábra: Az időjárási paraméterek esetében az egyes osztályokba tartozó napok száma, az 1990 és 2010 között mért időjárási adatokból számított napi átlagértékek változásának 7 osztályba sorolása esetén

(Forrás: Saját szerkesztés.)

Ugyanakkor a legkisebb változásokat (valamint a változatlanságokat) tartalmazó középső, azaz negyedik kategóriába esett a csapadékváltozás szempontjából a vizsgált időszak több mint ötezer-négyszáz napja, ami a napok több mint hetven százaléka; míg a többi mért jellemző tekintetében ez az arány nem érte el az ötven százalékot sem.

Összességében megállapíthatjuk, hogy az egyes meteorológiai paraméterek eloszlásának összevetése alapján a legszélsőségesebb jegyeket a csapadékváltozás eloszlása mutatta, a leginkább moderált változásokat pedig az összfelhőzet változásában láthattunk.

Utóbbi esetében a kategóriákba sorolt elemek szórása alig kettő ötöde volt a csapadékváltozás szórásának.

Egyes időjárási paraméterek estén a napi átlagérték-változások egységes hét osztályba sorolása során az egyes osztályokba (kategóriákba) eső értékekhez tartozó napok száma							
	1. kategória	2. kategória	3. kategória	4. kategória	5. kategória	6. kategória	7. kategória
Átlaghőmérséklet-változás [oC]	88	675	1851	2549	1653	668	186
Összcsapadék-változás [mm]	64	252	770	5425	793	283	83
Átlagos szélereősség változása [m/s]	121	576	1562	2636	1814	772	189
Átlaglégnyomás-változás [hPa]	133	557	1414	2475	2039	852	200
Relatív nedvesség változása [%]	139	587	1406	2431	1882	929	296
Összfelhőzet változása [okta]	349	943	1671	2321	1462	724	200

6. táblázat: A meteorológiai jellemzők napi átlagértékének változásából képzett adathalmazok hét kategóriába sorolása esetén az egyes kategóriákba eső adatokhoz tartozó napok száma

(Forrás: Saját szerkesztés [Vécsei – Kovács, 2014] nyomán.)

Az időjárási változások részletes elemzése

Az SPSS 23-programmal elvégzett faktorelemzés négy egyértelműen azonosítható ún. rotált faktort, azaz jól azonosítható komponenst eredményezett az eltérő időjárási viszonyok jellemzésére:

1. komponens: napi átlagos összfelhőzet változása,
2. komponens: napi átlaghőmérséklet változása,
3. komponens: napi csapadékösszeg változása,
4. komponens: napi átlagos szélereősség változása.

A négy fenti faktor szinte teljeskörűen reprezentálja a további két paraméter változását: mintegy 84%-ban a relatív nedvesség változását és mintegy 75%-ban a légnyomás változását. A faktorelemzéssel meghatározott négy komponens segítségével – az elemzések nagyobb pontossága érdekében – öt különböző klaszterszámra (hét, tíz, tizenöt, húsz és végül huszonöt) végeztük el a vizsgálatokat. A kapott eredményeket a 7. táblázat tartalmazza. Az eredményekből jól látható, hogy minden osztályozás statisztikailag szignifikáns. Ugyanakkor az is leolvasható, hogy a nagyobb klaszterszám mellett egyre megbízhatóbb és pontosabb a napok közötti időjárás-változás reprezentálása.

Ezt követően mind az öt klaszterszámra elvégeztük a vizsgálatokat az eredeti meteorológiai paraméterekkel is. Ennek eredményeit a 8. táblázatban foglaltuk össze.

Csoportközépek egyezésének statisztikai vizsgálata a négy időjárási komponens segítségével					
	Wilks Lambda*	F	df1	df2	Sig.
Napi meteorológiai átlagértékek változása 7 klaszter esetén					
3. Komponens (CSAPADÉKÖSSZEG VÁLTOZÁSA)	0,369	2184	6	7663	0,00
1. Komponens (FELHŐZET VÁLTOZÁSA)	0,491	1324	6	7663	0,00
2. Komponens (HŐMÉRSÉKLET VÁLTOZÁSA)	0,524	1162	6	7663	0,00
4. Komponens (SZÉLSEBESSÉG VÁLTOZÁSA)	0,535	1112	6	7663	0,00
Napi meteorológiai átlagértékek változása 10 klaszter esetén					
3. Komponens (CSAPADÉKÖSSZEG VÁLTOZÁSA)	0,327	1753	9	7660	0,00
1. Komponens (FELHŐZET VÁLTOZÁSA)	0,444	1068	9	7660	0,00
4. Komponens (SZÉLSEBESSÉG VÁLTOZÁSA)	0,452	1031	9	7660	0,00
2. Komponens (HŐMÉRSÉKLET VÁLTOZÁSA)	0,484	907	9	7660	0,00
Napi meteorológiai átlagértékek változása 15 klaszter esetén					
3. Komponens (CSAPADÉKÖSSZEG VÁLTOZÁSA)	0,299	1281	14	7655	0,00
1. Komponens (FELHŐZET VÁLTOZÁSA)	0,338	1070	14	7655	0,00
4. Komponens (SZÉLSEBESSÉG VÁLTOZÁSA)	0,382	885	14	7655	0,00
2. Komponens (HŐMÉRSÉKLET VÁLTOZÁSA)	0,370	930	14	7655	0,00
Napi meteorológiai átlagértékek változása 20 klaszter esetén					
3. Komponens (CSAPADÉKÖSSZEG VÁLTOZÁSA)	0,244	1246	19	7650	0,00
4. Komponens (SZÉLSEBESSÉG VÁLTOZÁSA)	0,314	881	19	7650	0,00

Csoportközépek egyezésének statisztikai vizsgálata a négy időjárási komponens segítségével					
	Wilks Lambda*	F	df1	df2	Sig.
1. Komponens (FELHŐZET VÁLTOZÁSA)	0,328	823	19	7650	0,00
2. Komponens (HŐMÉRSÉKLET VÁLTOZÁSA)	0,331	815	19	7650	0,00
Napi meteorológiai átlagértékek változása 25 klaszter esetén					
3. Komponens (CSAPADÉKÖSSZEG VÁLTOZÁSA)	0,233	1051	24	7645	0,00
1. Komponens (FELHŐZET VÁLTOZÁSA)	0,273	849	24	7645	0,00
4. Komponens (SZÉLSEBESSÉG VÁLTOZÁSA)	0,284	804	24	7645	0,00
2. Komponens (HŐMÉRSÉKLET VÁLTOZÁSA)	0,304	728	24	7645	0,00

7. táblázat: A napok közötti időjárás-változás reprezentálása a 4 fő komponenssel különböző klaszterszám esetén

(Forrás: Saját szerkesztés [Vécsei – Kovács, 2014] nyomán.)

* A „Wilks Lambda”, egy olyan statisztika, amely megadja a diszkrimináló függvény jószágát. Értéke egy 0 és 1 közötti szám. 0-hoz közelítő értékek esetén a csoportokon belüli variabilitás kicsi, azaz a diszkrimináló függvény jól meg tudja különböztetni a csoportokat, az 1 közeli érték viszont azt jelzi, hogy a megkülönböztetés kevésbé sikerült, tehát a diszkrimináló függvény nem elég jó.

Jól látható a következő, 8. táblázat adataiból, hogy ebben az esetben is minden osztályozásunk (azaz a hét, tíz, tizenöt, húsz és huszonöt klaszteres is) statisztikailag szignifikáns, de az is szintén leolvasható, hogy a huszonöt klaszteres megoldás a kevesebb klaszteres keresőknél összességében is, és az egyes összetevőket tekintve is, megbízhatóbban és árnyaltabban reprezentálja a napok közötti klimatikus változások sokféleségét.

Mivel az időjárási paraméterek napi változásainak huszonöt típus szerinti megoszlását a diszkriminancia-elemzések is igen jónak minősítették, ezért a további elemzéshez a huszonötcsoportos osztályozást fogadtuk el, amely minden faktorra, ill. eredeti változóra is szignifikáns (különösen a csapadékváltozásra).

Az átlagot lényegesen meghaladó időjárás-változások statisztikai feltárása

Első lépésben leszűkítettük a vizsgálandó adatok mennyiségét a meghatározó időjárási komponensek adataira. A diszkriminancia-elemzések szerint 1990 és 2010 között az időjárási viszonyok napok közötti változásának legfontosabb meghatározó komponensei az alábbiak voltak – jelentőségük sorrendjében [Vécsei – Kovács, 2014]:

- a legmeghatározóbb a csapadékviszonyok alakulása, azaz az egymást követő napokon átlagosan lehullott öszszcsapadék mennyiségének változása,
- jelentős (közel azonos mértékben) az égbolt felhőzetének változékonysága, azaz az egymást követő napok esetében napi átlagos felhőborítottság változása, valamint a szeles időszakok alakulása, azaz az egymást követő napok napi átlagos szélereősségének (szélsebességének) különbsége,
- valamivel kisebb mértékben, de szintén jelentős a hőmérséklet ingadozás, azaz az egymást követő napok napi átlaghőmérsékletének változása.

Ezek a paraméterek statisztikai szempontból megbízhatóan és teljes körű jellemzését tudják adni a vizsgált huszonegy éves időszak jellemző időjárás folyamatainak. Ezért a továbbiakban elegendő volt az általunk már előkészített, pontosított és kiegészített, idősoros térinformatikai adatbázisunkban a fenti négy változás-paraméter értékeit vizsgálnunk.

Az elemzés lehetőséget adott arra, hogy a jelentős, időnként drasztikus mértékű, időjárás-változások időszakai (a „jelentős változású” napoknak) keresését és beazonosítását elvégezzük. Az eljárás során – a napok közötti meteorológiai változások iránya és intenzitása alapján – elkülönített csoportokat hoztunk létre aszerint, hogy a négy meghatározó paraméter előző naphoz képesti változásai összességében nem jelentenek „jelentős változást”, vagy éppen ellenkezőleg, „jelentős változás” kialakulásáról, „illetve „jelentős változás” lecsengéséről tanúskodnak.

A huszonöt klaszteres felosztást használva a paraméterértékek alapján a klaszterek közel fele (tizennyeg a huszonötből) tartozott abba a kategóriába, amely a „jelentős változású” napokat tartalmazta. Viszont ezek a csoportok éppen a kiselemszámúak voltak (azaz viszonylag kevés számú nap tartozott ezekbe), így a napok számát tekintve arányuk átlagosan az év napjainak mindössze 18,7%-a.

Csoportközépek egyezésének statisztikai vizsgálata az eredeti időjárás paraméterekkel					
	Wilks Lambda	F	df1	df2	Sig.
Napi meteorológiai átlagértékek változása – 7 klaszter esetén					
Napi átlag csapadékösszeg változása	0,344	2438	6	7663	0,00
Napi átlag összfelhőzet változása	0,508	1238	6	7663	0,00
Napi átlag szélesebesség változása	0,558	1010	6	7663	0,00
Napi átlag relatív nedvesség változása	0,579	930	6	7663	0,00
Napi átlaghőmérséklet változása	0,583	914	6	7663	0,00
Napi átlag légnyomás változása	0,646	700	6	7663	0,00
Napi meteorológiai átlagértékek változása – 10 klaszter esetén					
Napi átlag csapadékösszeg változása	0,311	1886	9	7660	0,00
Napi átlag összfelhőzet változása	0,466	976	9	7660	0,00
Napi átlag szélesebesség változása	0,480	922	9	7660	0,00
Napi átlag relatív nedvesség változása	0,530	755	9	7660	0,00
Napi átlaghőmérséklet változása	0,558	673	9	7660	0,00
Napi átlag légnyomás változása	0,584	606	9	7660	0,00

Csoportközépek egyezésének statisztikai vizsgálata az eredeti időjárás paraméterekkel					
	Wilks Lambda	F	df1	df2	Sig.
Napi meteorológiai átlagértékek változása – 15 klaszter esetén					
Napi átlag csapadékösszeg változása	0,280	1405	14	7655	0,00
Napi átlag összfelhőzet változása	0,381	888	14	7655	0,00
Napi átlag szélesebesség változása	0,411	784	14	7655	0,00
Napi átlag relatív nedvesség változása	0,453	659	14	7655	0,00
Napi átlaghőmérséklet változása	0,455	656	14	7655	0,00
Napi átlag légnyomás változása	0,531	483	14	7655	0,00
Napi meteorológiai átlagértékek változása – 20 klaszter esetén					
Napi átlag csapadékösszeg változása	0,217	1452	19	7650	0,00
Napi átlag szélesebesség változása	0,353	738	19	7650	0,00
Napi átlag összfelhőzet változása	0,357	724	19	7650	0,00
Napi átlaghőmérséklet változása	0,417	564	19	7650	0,00
Napi átlag relatív nedvesség változása	0,450	492	19	7650	0,00
Napi átlag légnyomás változása	0,520	371	19	7650	0,00
Napi meteorológiai átlagértékek változása – 25 klaszter esetén					
Napi átlag csapadékösszeg változása	0,208	1215	24	7645	0,00
Napi átlag összfelhőzet változása	0,313	698	24	7645	0,00
Napi átlag szélesebesség változása	0,317	688	24	7645	0,00
Napi átlaghőmérséklet változása	0,394	491	24	7645	0,00
Napi átlag relatív nedvesség változása	0,413	452	24	7645	0,00
Napi átlag légnyomás változása	0,487	336	24	7645	0,00

8. táblázat: A napok közötti időjárás-változás az eredeti paraméterekkel különböző klaszterszám esetén

(Forrás: Saját szerkesztés [Vécsei – Kovács, 2014] nyomán.)

A huszonöt klaszter felbontása a változások mértéke szerint

A huszonöt klaszterből azok közé, amelyek a jelentős, időnként drasztikus változás kialakulására, felfutására jellemző napokat („fokozódó jelentős változású” napok) tartalmazták, öt klaszter sorolódott, amely a napok 9,0%-át tette ki.

A jelentős, időnként drasztikus változás mérséklődésére, lecsengésére jellemző napokat („mérséklődő jelentős változású” napok) hat klaszter tartalmazta, amely a napok 9,7%-át jelentette.

A fennmaradó tizennégy (általában nagyobb elemszámú) klaszter, amely az év napjainak 81,3%-át tette ki, tartalmazta a két egymást követő nap vonatkozásában „jelentős változású”-nak nem minősülő időjárási különbségekkel jellemezhető napokat („nem jelentős változású napok”).

A „jelentős változású” napok típusjellemzői

Az időjárás-változás szempontjából tehát meghatároztunk három alapvető összevont csoportot: a „fokozódó jelentős változású”, a „mérséklődő jelentős változású”, valamint a nem „jelentős változású” napokat. Ezeket a csoportokat jellemezhetjük például a faktorizáció során azonosított négy időjárási komponens változásával (lásd 9. táblázat).

	Napok közötti időjárás-változás faktorelemzésével nyert rotált faktorok			
	Meteorológiai változás 3. komponense – csapadékösszeg-változás csoportátlaga	Meteorológiai változás 1. komponense – átlagos összfelhőzet-változás csoportátlaga	Meteorológiai változás 4. komponense – átlagos szélesség-változás csoportátlaga	Meteorológiai változás 2. komponense – átlaghőmérséklet-változás csoportátlaga
„Fokozódó jelentős változású” napok	jelentős emelkedés	növekedés	növekedés	csökkenés
„Mérséklődő jelentős változású” napok	jelentős csökkenés	jelentős csökkenés	csökkenés	kismértékű csökkenés
„Nem jelentős változású” napok	zéró körüli ingadozás	kismértékű változékonyság	zéró körüli ingadozás	kismértékben növekedés

9. táblázat: „Fokozódó”, illetve „mérséklődő jelentős változású”, valamint a „nem jelentős változású” napok jellemzése a faktorizáció során azonosított négy időjárási komponens változásával

(Forrás: Saját szerkesztés.)

A táblázatból jól látszik, hogy a „jelentős változású” és a „nem jelentős változású” napokat döntő mértékben a csapadékváltozás abszolút értéke tagolja, míg a „jelentős változású” napokon belül a fokozódó, illetve a mérséklődő jelentős változású napok közötti felosztásban legmarkánsabban a jelentős csapadékváltozás iránya játszik szerepet. „Jelentős változások” kialakulása és fokozódása során a napi csapadékösszegben jelentős növekedést tapasztalunk, míg a mérséklődő, lecsengő fázisban a napi csapadékösszeg jelentősen csökkent. Szintén előjelet váltott az átlagos összfelhőzet és az átlagos szélesség változása is.

Külön figyelmet érdemel, hogy az átlaghőmérséklet a „jelentős változású” napokon mind fokozódó, mind mérséklődő esetben csökkenést mutatott: jól érzékelhető lehűlést tapasztaltunk a „fokozódó jelentős változások” és szintén lehűlést, bár kisebb mértékűt, a „mérséklődő jelentős változású” napokon.

3.3 AZ IDŐJÁRÁS-VÁLTOZÁS BALESETI HATÁSAI

Miután elvégeztük a szükséges előkészítéseket, és az idősorok és a helyadatok alapján összerendeztük az 1990 és 2010 közötti időszakra vonatkozó személyi sérüléssel járó közúti közlekedési baleseteket, valamint hat paraméteres időjárás adatokat tartalmazó adatrendszereket, továbbá elvégeztük a baleseti és a meteorológiai adatok statisztikai jellemzését, megkezdhettük az időjárás-változás baleseti hatásainak vizsgálatát.

3.3.1 Az időjárás-változás általános baleseti hatása

A személyi sérüléssel járó közúti közlekedési balesetek számának és a meteorológiai indikátorok napi értékeinek a megelőző naphoz képest számított abszolút változásának lineáris korreláció-analízise alapján a következő eredményeket kaptuk [Vécsei – Kovács, 2014]:

Egyfelől összességében megállapítható, hogy a személysérüléssel járó közlekedési balesetek és a meteorológiai viszonyok – az előző naphoz képest számított abszolút – változása között szignifikáns, de viszonylag gyenge a korreláció (10. táblázat).

Az 1990 és 2010 közötti személyi sérüléssel járó közúti közlekedési balesetek számának és a meteorológiai indikátorok napi értékeinek a megelőző naphoz képest számított abszolút változásának lineáris korrelációs együtthatói							
	Balesetek számának napi változása	Napi csapadék-összeg változása	Napi átlag légnyomás változása	Napi átlag relatív nedvesség változása	Napi átlag-hőmérséklet változása	Napi átlag összfelhőzet változása	Napi átlag szélsősebesség változása
Balesetek számának napi változása	1	0,137	-0,108	0,074	0,069	-0,019	0,017
Napi csapadékösszeg változása	0,137	1	-0,311	0,458	-0,115	0,334	0,187
Napi átlag légnyomás változása	-0,108	-0,311	1	-0,288	-0,335	-0,386	-0,259
Napi átlag relatív nedvesség változása	0,074	0,458	-0,288	1	-0,209	0,543	-0,152
Napi átlaghőmérséklet változása	0,069	-0,115	-0,335	-0,209	1	-0,015	0,089
Napi átlag összfelhőzet változása	-0,019	0,334	-0,386	0,543	-0,015	1	0,184

Az 1990 és 2010 közötti személyi sérüléssel járó közúti közlekedési balesetek számának és a meteorológiai indikátorok napi értékeinek a megelőző naphoz képest számított abszolút változásának lineáris korrelációs együtthatói							
	Balesetek számának napi változása	Napi csapadék-összeg változása	Napi átlag légnyomás változása	Napi átlag relatív nedvesség változása	Napi átlag hőmérséklet változása	Napi átlag összfelhőzet változása	Napi átlag szélsőérték változása
Napi átlag szélsőérték változása	0,017	0,187	-0,259	-0,152	0,089	0,184	1

10. táblázat: Az 1990 és 2010 közötti személyi sérüléssel járó közúti közlekedési balesetek számának és a meteorológiai indikátorok napi értékeinek a megelőző naphoz képest számított abszolút változásának lineáris korrelációs együtthatói

(Forrás: Saját adatok és szerkesztés.)

Másfelől azonban a többváltozós lineáris regressziós elemzés szerint a 1990 és 2010 közötti időszakban a forgalomhoz viszonyított balesetek változására ugyan csekély mértékben, mintegy 4%-ban, volt csupán hatása a klimatikus változásoknak, de ez a hatás szignifikáns, tehát nagy valószínűség mellett valódi, igazolt.

Ez az általános 4%-os hatás az alábbiak szerint oszlik meg az egyes meteorológiai paraméterek értékeinek változása között:

- 1,9 százalékpont volt az összcsapadék változásának hatása,
- 0,7 százalékpont volt az átlaghőmérséklet-változás hatása,
- 0,5 százalékpont volt az összfelhőzet-változás hatása,
- 0,5 százalékpont volt az átlagos relatív nedvességváltozás hatása és
- 0,4 százalékpont volt az átlagos légnyomás változásának hatása.

3.3.2 A „jelentős időjárási változások” általános baleseti hatása

Az elvégzett elemzések lehetőséget adtak arra, hogy a jelentős, időnként drasztikus mértékű időjárás-változások időszakait (a „jelentős változású” napokat) beazonosítsuk. A napok közötti meteorológiai változások intenzitás és irány szerinti csoportosítása már lehetőséget teremtett arra, hogy részletesebben elemezzük az időjárás-változások személyi sérüléssel járó közúti baleseti hatását, annak alapján, hogy előbbiek a „jelentős változású” vagy a „nem jelentős változású” kategóriába sorolhatók, illetve ezen utóbbiakon belül fokozódó vagy mérséklődő irányú a „jelentős változás”. Az általánosan gyengének tekinthető összefüggéssel (mindössze 4%-os igazolt hatással) szemben az előbb említett „jelentős” időjárás-változásoknak már lényegesen nagyobb baleseti hatása igazolódott.

A legjelentősebb a „fokozódó jelentős változású” időjárási körülmények hatása összességében 9,1%-os volt, azaz több mint kétszerese az időjárás-változás 4%-os általános hatásának. A „fokozódó jelentős változású” időjárás hatása az egyes meteorológiai paraméterek értékeinek változása között az alábbiak szerint oszlik meg:

- 5,9 százalékpont volt az átlagos relatív nedvességváltozás (növekedés) hatása,
- 1,3 százalékpont volt a csapadékváltozás (növekedés) hatása, és ugyancsak
- 1,3 százalékpont volt az átlaghőmérséklet-változás (csökkenés) hatása, valamint
- 0,9 százalékpont volt az összfelhőzetváltozás (növekedés) hatása.

Valamivel kisebbnek, mintegy 5,8%-ra adódott a számítások alapján a mérséklődés irányába ható „mérséklődő jelentős változású” időjárási folyamatok baleseti hatása, amely azonban még így is másfélszerese az általános hatásnak (11. táblázat). A „mérséklődő jelentős változású” időjárás hatása az egyes meteorológiai paraméterek értékeinek változása között az alábbiak szerint oszlik meg:

- 1,7 százalékpont volt a csapadékváltozás (csökkenés) hatása,
- 1,5 százalékpont volt az átlagos relatív nedvességváltozás (csökkenés) hatása,
- 1,4 százalékpont volt az átlaghőmérséklet-változás (csökkenés) hatása,
- 1,2 százalékpont volt az összfelhőzet-változás (csökkenés) hatása.

„Mérséklődő jelentős változású” időjárás-változás esetén a balesetek napi változásának többváltozós regressziós (Stepwise method) összefüggései a napi meteorológiai változást kifejező indikátorokkal

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,131a	,017	,016	,63722	,017	12,811	1	739	,000
2	,177b	,031	,029	,63303	,014	10,811	1	738	,001
3	,206c	,043	,039	,62974	,011	8,746	1	737	,003
4	,241d	,058	,053	,62498	,016	12,253	1	736	,000

a. Összetett független változó: Napi átlag csapadékösszeg változása

b. Összetett független változó: Napi átlag csapadékösszeg változása, Napi átlaghőmérséklet változása

c. Összetett független változó: Napi átlag csapadékösszeg változása, Napi átlaghőmérséklet változása, Napi átlag összfelhőzet változása

d. Összetett független változó: Napi átlag csapadékösszeg változása, Napi átlaghőmérséklet változása, Napi átlag összfelhőzet változása, Napi átlag relatív nedvesség változása

Függő változó: Becsült forgalomra jutó balesetek számának napi változása

„Mérésklődő jelentős változású” időjárás-változás esetén a balesetek napi változásának többváltozós regressziós (Stepwise method) összefüggései a napi meteorológiai változást kifejező indikátorokkal									
Együtthatók									
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
4	Napi átlag csapadékösszeg változása	,015	,005	,125	3,017	,003	,131	,111	,108
	Napi átlaghőmérséklet változása	,056	,015	,150	3,779	,000	,060	,138	,135
	Napi átlag összfelhőzet változása	-,077	,019	-,167	-4,132	,000	-,093	-,151	-,148
	Napi átlag relatív nedveség változása	,014	,004	,144	3,500	,000	,121	,128	,125

11. táblázat: „Mérésklődő jelentős változások” esetében az 1990 és 2010 közötti becsült forgalomra jutó balesetek napi változásának többváltozós regressziós összefüggései a napi meteorológiai változást kifejező indikátorokkal

(Forrás: Saját szerkesztés [Vécsei – Kovács, 2014] nyomán.)

Összességében elmondhatjuk, hogy a „jelentős változású” időjárás-változási körülmények a baleseteknek az előző naphoz képest bekövetkezett abszolút változását (emelkedését vagy csökkenését) mintegy hét százalékpont mértékéig determinálták 1990 és 2010 között, amely közel kétszeres növekedést mutat az időjárás egészének (azaz a „jelentős változású” és a „nem jelentős változású” napok összességének) általános baleseti hatásához képest, amely 4%-ra adódott (lásd 4.3.1 fejezet).

Még jobban érzékelhető, ha a napok túlnyomó többségét kitevő „nem jelentős változású” időjárás körülmények hatásával vetjük a fentieket össze (lásd 12. táblázat). Ugyanis a számítások alapján a „jelentős változású” napok nem minősülő napi időjárás változások – amelyhez a napok túlnyomó többsége, mintegy 81%-a (azaz pontosabban 6235 nap az összesen 7670 napból) tartozik – személyi sérüléssel járó közúti baleseti hatása alig 2,6%-os volt. A „nem jelentős változású” időjárás hatása az egyes meteorológiai paraméterek értékeinek változása között az alábbiak szerint oszlik meg:

- 1,2 százalékpont volt az összfelhőzet-változás (csökkenés) hatása.
- 0,7 százalékpont volt a csapadékváltozás (csökkenés) hatása,
- 0,6 százalékpont volt az átlagos légnyomásváltozás (növekedés) hatása, valamint
- 0,1 százalékpont volt az átlaghőmérséklet-változás (enyhe növekedés) hatása.

A változások „nem jelentős változású” típusai esetében az 1990 és 2010 közötti becsült forgalomra jutó balesetek napi változásának (függő változó) többváltozós regressziós (Stepwise method) összefüggései a napi meteorológiai változást kifejező indikátorokkal (független változók)
Összefoglaló eredménytábla

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,082a	,007	,006	,58809	,007	41,732	1	6233	,000
2	,137b	,019	,019	,58451	,012	77,623	1	6232	,000
3	,157c	,025	,024	,58286	,006	36,426	1	6231	,000
4	,160d	,026	,025	,58258	,001	6,851	1	6230	,009

a. Független összetett változó: Napi átlag csapadékösszeg változása

b. Független összetett változó: Napi átlag csapadékösszeg változása, Napi átlag összfelhőzet változása

c. Független összetett változó: Napi átlag csapadékösszeg változása, Napi átlag összfelhőzet változása, Napi átlag légnyomás változása

d. Független összetett változó: Napi átlag csapadékösszeg változása, Napi átlag összfelhőzet változása, Napi átlag légnyomás változása, Napi átlaghőmérséklet változása

e. Függő változó: Becsült forgalomra jutó balesetek számának napi változása

A változások „nem jelentős változású” típusai esetében az 1990 és 2010 közötti becsült forgalomra jutó balesetek napi változásának (függő változó) többváltozós regressziós (Stepwise method) összefüggései a napi meteorológiai változást kifejező indikátorokkal (független változók) Összefoglaló eredménytábla									
Együtthatók									
Model		Unstandardized		Standardized	t	Sig.	Correlations		
		Coefficients					Zero-order	Partial	Part
		B	Std. Error	Beta					
4	Napi átlag csapadékösszeg változása	,038	,004	,120	8,811	,000	,082	,111	,110
	Napi átlag összfelhőzet változása	-,049	,005	-,133	-9,461	,000	-,072	-,119	-,118
	Napi átlag légnyomás változása	-,010	,002	-,068	-4,867	,000	-,063	-,062	-,061
	Napi átlag hőmérséklet változása	,012	,004	,035	2,617	,009	,055	,033	,033

12. táblázat: „Nem jelentős változások” esetében az 1990 és 2010 közötti becsült forgalomra jutó balesetek napi változásának többváltozós regressziós összefüggései a napi meteorológiai változást kifejező indikátorokkal

(Forrás: Saját szerkesztés [Vécsei – Kovács, 2014] nyomán.)

A vizsgálat igazolta azt a feltevésünket, hogy a „fokozódó jelentős változású” és a „mérséklődő jelentős változású” időjárási körülményeknek nagyobb mértékű a baleseti hatása, mint a „nem jelentős változású” napok időjárásának. A „fokozódó jelentős változású” klimatikus változások hatása (9,1%) három és félszerese volt a balesetekre, mint a „nem jelentős változású” időjárási változásoké (2,6%), illetve az időjárás-változás általános baleseti hatásával összevetve, hatásuk több mint kétszeres.

Fontos megjegyeznünk, hogy az elemzések alapján egyértelmű, hogy a csapadék és – nyilván azzal összefüggésben – a relatív páratartalom hirtelen megváltozása a „jelentős változású” időjárási körülmények legszembetűnőbb jellemzője. Ha a változás növekedés, akkor kialakulóban van a nagyobb mértékű időjárás-változás, esetenként rendkívüli időjárás; ha csökkenés jellegű ezen paraméterek nagyarányú változása, akkor lecsendesedőben, megszűnőben van a „jelentős változású” időjárási helyzet. Ezek az eredmények az általános tapasztalatainkkal is egyeznek.

Érdekes megfigyelnünk, hogy a „jelentős változású” napok esetében, akár kialakuló, fokozódó, akár mérséklődő, megszűnő fázisról van szó, a napi átlaghőmérséklet mindkét esetben csökken, mégpedig közel azonos mértékben. A „nem jelentős változású” napok esetében azonban – bár számos olyan napot találtunk, amelyeken a napi átlaghőmérséklet-változás szintén negatív volt – a napi átlaghőmérséklet jellemzően kismértékű emelkedést mutat. Tehát úgy is fogalmazhatjuk, hogy a „jelentős változású” napokat a nagymértékű napi átlaghőmérséklet-csökkenés jellemzi, míg a „nem jelentős változású” napokat az enyhe átlaghőmérséklet-emelkedés.

Ha a fentiekben leírtak mellett figyelembe vesszük azt is, hogy a „jelentős változású” napoknak a „nem jelentős változású” napokhoz képest a baleseti hatásuk többszörös, akkor megállapíthatjuk, hogy *a nagyobb mértékű csapadéknövekedésnek, illetve átlaghőmérséklet-csökkenésnek külön-külön is, de főként együttes megjelenésük esetén az átlagos körülményekhez képest többszörös, általában mintegy háromszoros hatása van a balesetek számának változására*. Ugyanakkor azt sem szabad szem elől téveszteni, hogy míg a „fokozódó jelentős változású” napokban az időjárási változások összességében a balesetek növekedését idézi elő (hatásuk 9,1%-os), addig a „mérséklődő jelentős változású” napokra jellemző időjárási változások a balesetek számának csökkenésében játszanak számottevő, de a „fokozódó jelentős változású” időjárási körülményekhez képest kisebb (5,8%-os) szerepet. Ennek döntő oka a „mérséklődő jelentős változású” időszakok időjárási körülményeit jellemző csapadékmennyiség és relatív páratartalom csökkenésének balesetcsökkentő hatása.

3.3.3 Különböző baleseti események eltérő időjárási érzékenysége

A baleseti adatok feldolgozásánál kialakított osztályozás bizonyos, településüzemeltetési és igazgatási szempontból jelentősebb elemekre részletes elemzést is elvégeztünk:

- Először a bekövetkezés helye (helyszíne) szerint kialakított két osztályra, a lakott területen belül, illetve a lakott területen kívül bekövetkezett balesetekre néztünk vizsgálatokat.
- Majd a balesetek súlyossága szerint létrehozott három kategória, a halálos kimenetelű, a súlyos sérüléssel járó, illetve a könnyebb sérüléssel járó balesetek változásának időjárás-változási függőségeit hasonlítottuk össze.
- Harmadik vizsgálatunkban a baleseti szituációk alapján emeltünk ki néhány csoportot, az útkereszteződésben bekövetkezett baleseteket, az útkanyarulatban történt baleseteket, az útpályán megcsúszás, farolás vagy felborulás miatt kialakult baleseti eseményeket, illetve az egymással szembe haladó járművek összeütközése által létrejött baleseteket.
- Végül néhány, települési szempontból (is) kiemelt jelentőségű kategória – a halálos balesetek számának változása, a lakott területen bekövetkezett balesetek számának változása, illetve a gyalogos elütésével járó balesetek számának változása – tekintetében végeztünk összehasonlító elemzéseket.

Lakott területen belüli és kívüli balesetek időjárás érzékenysége

A több mint két évtizednyi baleseti és időjárások összefüggéseit kereső statisztikai elemzéseink során külön figyelmet szenteltünk annak, hogy milyen szerepet játszott az időjárás változása a személyi sérüléssel járó közúti közlekedési balesetekben, ha azok a lakott területen belül, illetve a lakott területen kívül következtek be.



5. ábra Az időjárás paraméterek együttes hatása a személyi sérüléssel járó balesetek számának alakulásában (1990 és 2010 között)

lakott területen belül, illetve kívül

(Forrás: Saját szerkesztés.)

Arra az eredményre jutottunk (5. ábra), hogy a nagyobb időjárás változások esetén mindkét típusú helyszínen nőtt a balesetek száma, és mindkettőben megfigyelhető az időjárás-változásnak a „nem jelentős változású” körülményekhez képesti növekvő szerepe, amely minden csoportban legalább kétszeres értékű.

Az időjárás-változás hatása a balesetek számának változásában lakott területen belül, illetve kívül 1990 és 2010 között					
Baleset helyszíne	„Fokozódó jelentős változású” napok	„Mérséklődő jelentős változású” napok	„Nem jelentős változású” napok	Fokozódó / Nem jelentős	Mérséklődő / Nem jelentős
Lakott területen bekövetkezett balesetek számának változása [százalékpontban]	6,1%	4,9%	2,5%	2,4	2,0
Lakott területen kívül bekövetkezett balesetek számának változása [százalékpontban]	12,1%	3,5%	1,6%	7,6	2,2

13. táblázat: Az időjárási paraméterek együttes hatásának mértékei és egymáshoz viszonyított arányai a személyi sérüléssel járó balesetek számának alakulásában (1990 és 2010 között) lakott területen belül, illetve kívül

(Forrás: Saját számítás és szerkesztés.)

Ugyanakkor – városi szempontból mindenképpen – kedvező az az igazolt összefüggés, hogy a lakott településen belül kisebb szerepet játszik a balesetek számának növekedésében az időjárás jelentős megváltozása, mint a lakott településen kívüli országutakon, ahol a „fokozódó jelentős változású” napok esetében ez átlagosan több mint hét és félszeres (13. táblázat)!

Az időjárás-változás hatása különböző súlyosságú balesetek esetében

A statisztikai elemzéseink arra az eredményre vezettek, hogy az átlagostól jóval eltérő időjárási körülményeknek eltérő mértékű hatása volt a különböző súlyosságú baleseti események számának változására. A 14. táblázatban összefoglalt eredményekből leolvasható, hogy sajnálatos módon, a legnagyobb mértékben éppen a legsúlyosabb, azaz halálos kimenettel járó balesetek számának változásában játszott a legnagyobb szerepet az időjárás-változás.

Az elvégzett statisztikai elemzések alapján 1990 és 2010 között a „fokozódó jelentős változású” időjárási körülményeknek több mint ötször akkora jelentősége volt a halálos kimenetelű balesetek számának növekedésében, mint amekkora az időjárás-változás szempontjából „nem jelentős változású” napoknak.

Emellett a táblázat adataiból az is leolvasható, hogy a súlyos, illetve könnyebb sérüléssel járó balesetek esetében viszont annak van komoly szerepe, jelentősége, hogy kialakulóban van az időjárási front („fokozódó jelentős változású” napok), vagy éppen elmúlóban („mérséklődő jelentős változású napok”). A kialakuló frontok hatása közel duplája a levonuló időjárási frontokénak. Ezek az összefüggések különösen nagy figyelmet érdemelnek az okos városi közlekedés kialakításában.

Az időjárás-változás hatása a különböző súlyosságú balesetek számának változásában [értékek százalékpontban]					
Baleset súlyossága	„Fokozódó jelentős változású” napok	„Mérséklődő jelentős változású” napok	„Nem jelentős változású” napok	Fokozódó / Nem jelentős	Mérséklődő / Nem jelentős
Halálos balesetek számának változása	2,6%	2,1%	0,5%	5,2	4,2
Súlyos balesetek számának változása	6,2%	3,6%	1,3%	4,8	2,8
Könnyű balesetek számának változása	7,6%	4,5%	2,2%	3,5	2,0

14. táblázat: Az időjárás paraméterek együttes hatásának mértékei és egymáshoz viszonyított arányai a különböző súlyosságú személyi sérüléssel járó balesetek számának alakulásában 1990 és 2010 között

(Forrás: Saját szerkesztés [Vécsei – Kovács, 2014] nyomán.)

Az időjárás-változás hatása különböző baleseti szituációkban

Harmadik vizsgálatunk során az adatrendszerünkben szereplő baleseti szituációk közül – lásd 4.2.3 szakasz *Városi (lakott települési) adatok* alcím – kiemeltünk néhány, a városi közlekedés szempontjából (is) fontos baleseti eseménytípust:

- az útkereszteződésben bekövetkezett balesetek,
- az útkanyarulatban történt balesetek,
- az útpályán megcsúszás, farolás vagy felborulás miatt kialakult baleseti események,
- az egymással szembe haladó járművek összeütközése által létrejött balesetek.

Az ezekre elvégzett statisztikai elemzés rendkívül változatos képpel szolgált, és a városi közlekedésszervezés, illetve közlekedésbiztonság szempontból nagyon tanulságos eredményeket hozott a különböző közúti közlekedési baleseti szituációk „időjárás érzékenységről” (15. táblázat). A legszembetűnőbb eltérés az volt, hogy míg az útkereszteződésben történt balesetek esetében a jelentős időjárás változások („fokozódó jelentős változású”, illetve „mérséklődő jelentős változású” napok) alig játszottak nagyobb szerepet (mintegy 1,4-szeresre adódtak), mint a szinte változatlan időjárású napok, addig az útpályán megcsúszás, farolás, felborulás miatt bekövetkezett balesetek számának változásában már ötszörös hatást kaptunk.

Az időjárás-változás hatása a különböző baleseti szituációk számának változásában [értékek százalékpontban]					
Baleseti szituáció	„Fokozódó jelentős változású” napok	„Mérséklődő jelentős változású” napok	„Nem jelentős változású” napok	Fokozódó / Nem jelentős	Mérséklődő / Nem jelentős
Útkereszteződésben bekövetkezett balesetek számának változása	4,0%	4,6%	2,8%	1,4	1,6
Útkanyarulatban bekövetkezett balesetek számának változása	11,7%	5,6%	1,4%	8,4	4,0
Útpályán megcsúszás, farolás, felborulás miatt bekövetkezett balesetek számának változása	1,5%	1,7%	0,3%	5,0	5,7
Szembe haladó járművek összeütközése miatt bekövetkezett balesetek számának változása	16,0%	5,3%	2,7%	5,9	2,0

15. táblázat: Az időjárás paraméterek együttes hatásának mértékei és egymáshoz viszonyított arányai a különböző súlyosságú személyi sérüléssel járó balesetek számának alakulásában 1990 és 2010 között

(Forrás: Saját szerkesztés [Vécsei – Kovács, 2014] nyomán.)

A frontális ütközéses balesetekben valamivel még ennél is nagyobb, közel hatszoros szerepe volt az időjárás szélsőségeknél.

Külön figyelemre méltó, hogy míg az időjárás körülmények megváltozásának általánosan igazolt hatása a személyi sérüléssel járó közúti gépjármű-közlekedési balesetek esetében csupán mintegy négy százalékra adódott (lásd 4.3.1 fejezet), szélsőségesebb időjárás körülmények között, például az év napjainak átlagosan mintegy 9%-át kitevő „fokozódó jelentős változású” időjárású napokon az időjárásnak például a „Szembe haladó járművek összeütközése miatt bekövetkezett balesetek számának változásában” 16%-os szerepe van (lásd a 15. táblázat utolsó sora).

Sajnos, ebben a vizsgálatban kaptuk a legnagyobb környezeti hatást is. Nemcsak az általunk kiválasztott közlekedési szituációk között, hanem a már említett 4.2.3 szakasz *Városi (lakott települési) adatok* alcím alatt részletezett összes baleseti kategóriát figyelembe véve is a legnagyobb arányú (8,4-szer nagyobb) eltérést a „fokozódó jelentős változású” időjárás körülmények és a „nem jelentős változású” balesetre gyakorolt hatásában az „útkanyarulatban bekövetkezett balesetek” számának változásakor találtuk.

Az időjárás-változás hatása a kritikus személyi sérüléssel járó balesetekben

A település közlekedésszervezési feladatainak szempontjából nemcsak a közlekedés hatékonyságának javítása a fontos, hanem kiemelt feladat a közlekedésbiztonság. Ennek a követelménynek is megpróbálunk megfelelni akkor, amikor az okos városi közlekedésirányításban, illetve az autonóm járműfejlesztési programban kifejezett cél a „balesetmentes közlekedés” elérése.

Erre a szempontra is figyelemmel elvégeztük az összehasonlító vizsgálatunkat néhány, települési szempontból (is) kiemelt jelentőségű kategória – a halálos balesetek számának változása, a lakott területen bekövetkezett balesetek számának változása, illetve a gyalogos elütésével járó balesetek számának változása – esetében is.

A szélsőségesebb időjárásváltozásnak, azaz a „jelentős változású” napoknak a három vizsgált baleseti típusra (a „lakott területen bekövetkezett balesetekre”, a „halálos kimenetelű balesetre” és a „gyalogos elütésével járó balesetekre”) gyakorolt hatásait összevetve azt találtuk (lásd 16. táblázat), hogy a legmoderáltabb hatásuk a lakott területen belüli kategóriában van: 2,4-szeres, illetve kétszeres a növekedés a „nem jelentős változású” napokban tapasztalt hatáshoz képest.

A halálos balesetek számának változására már jóval nagyobb hatása volt a markánsabb időjárás-változásnak, ugyanakkor azt is láttuk, hogy a halálos balesetek számának változásában körülbelül azonos mértékben nőtt a „fokozódó jelentős változású” napok és a „mérséklődő jelentős változású” napok szerepe: 5,2-szeres, illetve 4,2-szeresnek adódott a „nem jelentős változású” napok időjárásának határához képest.

A gyalogos elütésével járó balesetek esetében egyfelől itt tapasztaltuk a legjelentősebb hatást (6,4-szerest a „fokozódó jelentős változású” időjárási körülmények között). Ugyanakkor itt tapasztaltuk legjelentősebb különbséget a „fokozódó jelentős változású” és a „mérséklődő jelentős változású” időjárási körülmények hatása között: míg előbbi több mint hatszorosa a „nem jelentős változású” napokon mértnek, addig az utóbbi (a mérséklődő) hatása lényegében nem nagyobb, mint a „csendes” napok időjárás-változásainak.

Az időjárás-változás hatása a kritikus személyi sérüléssel járó balesetek számának változásában [értékek százalékpontban]					
Kritikus baleset típusa	„Fokozódó jelentős változású” napok	„Mérséklődő jelentős változású” napok	„Nem jelentős változású” napok	Fokozódó / Nem jelentős	Mérséklődő / Nem jelentős
Halálos balesetek számának változása	2,6%	2,1%	0,5%	5,2	4,2
Lakott területen bekövetkezett balesetek számának változása	6,1%	4,9%	2,5%	2,4	2,0
Gyalogos elütésével járó balesetek számának változása	7,7%	1,3%	1,2%	6,4	1,1

16. táblázat: Az időjárási paraméterek együttes hatásának mértékei és egymáshoz viszonyított arányai egyes kritikus személyi sérüléssel járó balesetek számának alakulásában 1990 és 2010 között

(Forrás: Saját szerkesztés [Vécsei – Kovács, 2014] nyomán.)

3.4 TÉRINFORMATIKA ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI – PÉLDÁNK ALAPJÁN

Az előző pontokban bemutattuk, hogy a térinformatikai adatrendszer alkalmas arra, hogy a tervezési igényektől függően akár a közúthálózat jellemző elemeire (kereszteződés, útkanyarulat, körforgalom stb.), akár bizonyos forgalmi szituációkra részletesen meghatározhassuk az időjárás-változásnak a balesetek gyakoriságára gyakorolt hatását.

Amennyiben a fentiekben leírt vizsgálatot nem az ország egészére, hanem egyetlen településre végezzük el, akkor egész pontos információt kaphatunk egy adott település közlekedésének – baleseti szempontból vett – érzékenységre. De végrehajthatjuk a vizsgálatot például hasonló méretű és közlekedési jellemzők szempontjából is hasonló adottságú települések együttesére is, s ilyen módon településtípusonként meghatározhatjuk a kritikus elemeket, amelyek kiemelt mértékben reagálnak az időjárási körülmények megváltozására.

Összességében megállapíthattuk, hogy a bemutatott eljárás eredményeképpen kapott információk alkalmassak arra, hogy például egy okos város közlekedésirányításának kialakítása során beépítsük a rendszerbe az időjárás baleseti hatásait ellensúlyozó intézkedéseket.

Egy adott település közlekedésének fejlesztése, a szükséges beruházások tervezése időszakában a vizsgáltunk révén tett intézkedések lehetnek többek között a közlekedés időjárási kitettségeinek csökkentését célzó hálózati átalakítások (például kereszteződések helyett több körforgalom kialakítása, a gyalogosátjáró áthelyezése stb.). De a vizsgálat a település üzemeltetésének javításához is hozzájárulhat, például a közlekedési rend időszakos (kifejezetten időjárásfüggő) megváltoztatása révén. Ilyenek például az időszakos sebességkorlátozások, közlekedési sávok forgalmi rendjének (pl. irányának) megváltoztatása stb.

De ide sorolhatjuk az okosváros-programokhoz kapcsolódóan az autonóm járművek fejlesztését is. A jármű irányítását biztosító vezérlés (mesterséges intelligencia) kialakítása során ugyanis feltétlenül tekintetbe kell majd venni a balesetmentes közlekedés érdekében az időjárásváltozás statisztikailag igazolt közlekedési, illetve közlekedési baleseti hatásait is, mégpedig célszerűen arra is tekintettel, hogy például az adott jármű lakott településen kívül vagy belül közlekedik, illetve ez utóbbi esetben éppen – közlekedési, illetve időjárás-érzékenységi szempontból – milyen típusú településen halad. Különösen fontos lehet ez a kérdés a tömegközlekedési eszközöket gyártó, illetve üzemeltető cégek vagy például a települési közszolgáltatásokért felelős szervezetek számára.

4. ÖSSZEFOGLALÓ

Jelen tanulmányunkban azt a célt tűztük ki, hogy egyfelől adjunk egy rövid, szemléletes képet a széles körben terjedő, a települési fejlesztési tervek elkészítését és az üzemeltetési feladatok ellátását hatékonyan támogató modern IKT-eszközökről, a térinformációs rendszerekről. Ennek megfelelően a tanulmány második fejezetében igyekeztünk bemutatni a téradatrendszerek alapelemeinek (mérőeszközök, számítógépek, adatátviteli eszközök) területén lezajlott fejlődési lépcsőket és technológiai előrelépéseket, amelyek lehetővé tették – felhasználói szempontból is – a modern téradatrendszereknek a dinamikus fejlődését és széles körű alkalmazhatóságát.

Ezt követően ismertettünk – két nagyon sikeres és igen széles körben alkalmazott – téradatrendszert (egy uniós és egy hazait), elsősorban azzal a céllal, hogy felkeltsük az érdeklődést azokra a sokrétű szolgáltatásokra, amelyeket ezek, illetve számos hasonló, rendszerek ma már könnyen hozzáférhető módon nyújtanak. Egyúttal igyekeztünk arra is felhívni a figyelmet, hogy ezeket az adatrendszereket és szolgáltatásokat csak megfelelő tájékozódás, illetve szakember-támogatás mellett célszerű használnunk.

A tanulmány zárófejezetében az okos város egyik kiemelt fejlesztési témájához, az okos közlekedés kialakításához kapcsolódóan bemutattuk az idősoros térinformációs rendszerek egy alkalmazását. Az időjárás, illetve az időjárás-változás hatásait elemeztük a közlekedési balesetekre az 1990 és 2010 között bekövetkezett személyi sérüléssel járó közúti közlekedési baleset, illetve időjárási paraméterek időponthoz és helyhez kötött adatrendszerei alapján. Az elemzés során bemutattuk a téradatok felhasználásának, elemzésének és a kapott eredmények értelmezésének gyakorlati folyamatát. A mintapélda bemutatásával igyekeztünk rávilágítani a téradatrendszerek hasznosságára a városi feladatok ellátásában.

A tanulmány a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú, „A jó kormányzást megalapozó közszolgáltat-fejlesztés” elnevezésű kiemelt projekt keretében működtetett 2017/162/BME-VIK számú, Okos város – okos közigazgatás elnevezésű Államtudományi Kutatóműhely keretében, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem együttműködésével készült.

5. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Ángyán J.–Szalai T.–Fodor Z.–Lőrincz R.–Nagy G. (2005): *A földhasználat alakulása, a talajok jelentősége a 21. században*. In: Magyarország az ezredfordulón – Stratégiai tanulmányok a MTA-n II. Az agrárium helyzete és jövője, MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, pp. 35–58.
- [2] Bakonyi, P. (2014): *Future Internet Research Coordination Center*. In: Sztrik, J. (ed.) *Future Internet Research, Services and Technology, Final Workshop 28–29. Nov. 2014, Conference Proceedings*, Debreceni Egyetem, Debrecen, pp. 75–79.
- [3] Bakonyi P.–Cinkler T.–Csoknyai T.–Hanák P.–Kovács K.–Prikler L.–Rohács D.–Sallai Gy. (2016): Sallai Gy. (szerk.): *Smart City megoldások hat kulcsterületről*. BME EIT, Budapest, p. 36. http://eit.bme.hu/sites/default/files/booklets/smart-city-megoldasok-hat-kulcsteruletrol/SmartCity_hat_kulcsterulet_B5belivek.pdf (Letöltve: 2018.08.16.)
- [4] Bakonyi P.–Sallai Gy. (szerk.) (2014): *A Jövő Internet Nemzeti Kutatási program eredményei*. In: FIRCC-jelentés 2014, DE FIRCC, Debrecen.
- [5] Bangemann, M (1994): *Bangemann-jelentés – Európa és a globális információs társadalom*. In: *Mi a jövő*, OMFB, Budapest, 1998, pp. 44–79. Bangemann Report, Europe and the Global Information Society (1994). <http://www.cyber-rights.org/documents/bangemann.htm> (Letöltve: 2018.08.16.)
- [6] Berke D.–Kovács K. (2015): *Térinformatika a tömegsportban*. In: Námesztovszki Zsolt, Vinkó Attila (szerk.): XXI. Multimédia az oktatásban és II. IKT az oktatásban konferencia. Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, Szabadka, pp. 186–191.
- [7] Buiten, H. J.(1993): *General View of Remote Sensing as a Source of Information*. In: Buiten, H. J.–Clevers, J. G. (eds.): *Land Observation by Remote Sensing – Theory and Applications*. Overseas Publishers Association, Amsterdam.
- [8] Büttner, G.–Bíró, M.–Maucha, G.–Petrik, O. (2001): *Land Cover Mapping at scale 1:50000 in Hungary: Lessons learnt from the European CORINE programme*. In: Buchroithner, M. F. (ed.): *A Decade of Trans-European Remote Sensing Cooperation*, Balkema. pp. 25–31. Büttner Gy. (2005): *Távérzékelés a világűrűből*. Springer Hungarica, Budapest, pp. 216–237.
- [9] CLC (2018): CORINE Land Cover (web), EU, Brussels. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (Letöltve: 2018.08.16.)
- [10] Csornai G.–Dalia O. (1991): *Távérzékelés*. (Kézirat.) Erdészeti és Faipari Egyetem Földmérési és Földrendezői Főiskolai Kar, Székesfehérvár.
- [11] Detrekői Á.–Szabó Gy. (2002): *Térinformatika*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002.
- [12] Dömsödi J. (1999): *Földhasználati reform az ezredforduló után*. Geodézia és Kartográfia 1999. LI (II.), pp. 17–22.
- [13] Dömsödi J. (2001): *A földhasználat szerepe az európai birtokszerkezet kialakulásában*. Geodézia és Kartográfia LIII. (12/2001.)
- [14] Erdősi F. (1996): *Közlekedés*. In: Perczel György (szerk.): *Magyarország társadalmi-gazdasági földrajza*. ELTE Eötös Kiadó, Budapest, pp. 383–406.
- [15] EU ECIP (2004): *European Programme for Critical Infrastructure Protection – EPCIP, EU 2004*. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:I33260> (Letöltve: 2018.08.16.)

- [16] EC Nature (2016): *European Commission: Nature-based solutions and re-naturing cities*. Final report of Horizon 2020 expert group, EU, p. 71. <http://bookshop.europa.eu/en/towards-an-eu-research-and-innovation-policy-agenda-for-nature-based-solutions-re-naturing-cities-pbKI0215162/> (Letöltve: 2018.08.16.)
- [17] Gódor I.–Höller, J. (2016): *Trends in Smart City infrastructures*. Híradástechnika, Vol. LXXI, No. 1., pp. 22–28. (Magyar Jövő Internet Konferencia 2015, különszám.)
- [18] Harsányi E.–Széles A.–Harsányi G. (2001): *A birtokszerkezet alakulása Magyarországon*. DE–AMTC & MTA–RKK, Debrecen, pp. 221–228.
- [19] Kollányi L.–Prajczer T. (1995): *Térinformatika a gyakorlatban*. Geogroup Bt., Budapest, 1995.
- [20] Kovács K. (2009): *Térinformatika az intelligens infrastruktúra kialakításában a közlekedés példáján, regionális kitekintéssel*. In: Baranyi B.–Nagy J. (szerk.): *Tanulmányok az agrár- és regionális tudományok köréből az észak-alföldi régióban*. Magyar Tudományos Akadémia Regionális Kutatások Központja, Pécs és Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma, Debrecen, pp. 343–358.
- [21] Kovács K. (2010): *Spatial information systems for emission reduction*. Springer, Clean Technologies And Environmental Policy 12:(6), pp. 647–651.
- [22] Kovács K (2012): *Application of remote Sensing and geoinformatics in environmental sciences and agriculture / Editorial/*. Időjárás / Quarterly Journal Of The Hungarian Meteorological Service 116:(4), pp. 1–2.
- [23] Kovács K. (2014): *Application of information and communication technologies in environmental sciences: towards a sustainable future /Editorial/*. Időjárás / Quarterly Journal Of The Hungarian Meteorological Service 118:(4), p. 1.
- [24] Kovács K.–Bakonyi P. (2015): *Future Internet and Smart Cities, avagy a jövő internete és az okos városok*. Híradástechnika, Vol. LXXI. No. 1., pp. 15–21. (Magyar Jövő Internet 2015 különszám.)
- [25] Kovács K.–Bakonyi P. (2016): *Smartpolis project – Aiming to speed up the development of smart cities*. In: Alexander Balthasar, Blaž Golob, Hendrik Hansen, Robert Müller-Török, András Nemeslaki, Johannes Pichler, Alexander Prosser (szerk.): *Central and Eastern European eIDem and eIGov Days 2016: Multi-Level (e)Governance: Is ICT a means to enhance transparency and democracy*. Austrian Computer Society, Wien, pp. 153–164.
- [26] Kovács K. (2017): *Okos városok és az okos közigazgatás és városüzemeltetés európai és hazai környezetben*. In: *A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés, NKE Okos város – okos közigazgatás kutatóműhely*, Budapest, 2017. (Tanulmánykötet, kézirat.)
- [27] Kovács T. (2001): *A mezőgazdasági üzemek szerkezete 10 évvel a rendszerváltás után*. Gazdálkodás, XLV. évf. 6. sz., pp. 44–58.
- [28] Martien, M. (1993): *Topological Querying of Multiple Map Layers*. COSIT, pp. 139–157.
- [29] Sabins, F. F. (1996): *Remout Sensing – Principles And Interpretation*. W. H. Freeman & Co., Los Angeles.
- [30] Sallai Gy. (2016): *A jövő internet kutatás célkitűzései és területei*. Magyar Jövő Internet Konferencia 2015, különszám. Híradástechnika, Vol. LXXI, No. 1., pp. 3–14.
- [31] Széles A. (2006): *A mezőgazdaság vidéki foglalkoztatásban betöltött szerepét módosító tényezők*. DE–AMTC & MTA–RKK, Debrecen, pp. 111–122.
- [32] Sztrik, J. (2014): *Future Internet Research, Services and Technology*. In: *Final Workshop 28–29 Nov 2014, Conference Proceedings*, Debreceni Egyetem, Debrecen, pp. 4–79.
- [33] Vécsei P, Kovács K (2014): *Statistical analysis of relationships between road accidents involving personal injury and meteorological variables in Hungary*. Időjárás / Quarterly Journal Of The Hungarian Meteorological Service 118:(4), pp. 349–378.

A Nemzeti Közzolgálati Egyetem kiadványa



Kiadó:

Nemzeti Közzolgálati Egyetem
Közigazgatási Továbbképzési Intézet
www.uni-nke.hu

Felelős kiadó:

Prof. Dr. Kis Norbert rektorhelyettes
Címe: 1083 Budapest, Üllői út 82.

Kiadói szerkesztő:

Zsoldos Sándor

Tördelőszerkesztő:

Mikes Vivien

ISBN 978-963-498-114-5 (elektronikus)