NATéR
Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer

Magyarországi épületállomány éghajlatváltozási sérülékenység-vizsgálatát települési szinten lehetővé tevő módszertan

Készítette a Lechner Nonprofit Kft.

a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat megbízásából

a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 azonosítószámú „NATÉR továbbfejlesztése” projekt keretében

MBFSZ
MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS FÖLDTANI SZOLGÁLAT

NAKFO
NEMZETI ALKALMAZKODÁSI KÖZPONT FŐOSZTÁLY
Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat

LECHNER TUDÁSKÖZPONT

2018, november 30.

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Készítette:

Lechner Nonprofit Kft.

Térbeli Szolgáltatások Igazgatóság

Térségi Tervezési Osztály

Vezérigazgató:

Fekete Gábor

Igazgató:

Sik András PhD

Osztályvezető:

Göncz Annamária

Témafelelős:

Schneller Krisztián

Szakértők:

Cebei Márk

Csőszi Mónika

Devecseri Anikó

Horkai András

Jaschitzné Cserni Tímea

Rimóczi Tamás

Külső szakértők:

Sugár Viktória (Winergy Kft)

Talamon Attila PhD (Winergy Kft)

2018 november 30., Budapest

TARTALOMJEGYZÉK

Vezetői összefoglaló **5**

Bevezető **5**

1 Az éghajlatváltozás folymata és várható hatásai az épületállományra **8**

1.1 Az éghajlatváltozás folymata, hatásai és a lehetséges válaszok 8

1.2 Az éghajlatváltozás hatásai az épületállományra 10

2 Az épületállománnyal kapcsolatos települési sérülékenység-elemzés módszertana **12**

2.1 A tanulmány célja 12

2.2 A sérülékenység-elemzés módszertanának bemutatása 12

2.3 Az éghajlatváltozási kitettség releváns mutatói 15

2.4 Épülettípusok érzékenysége, a települési érzékenység mutatók számítása 19

Az „életkor-tényező” 25

A „magassági-tényező” 26

2.5 A várható hatások értékelése 28

2.6 Az alkalmazkodó-képesség indikátorai 29

2.7 A sérülékenység számítása 34

2.8 A sérülékenységi adatbázis alkalmazási lehetőségei 35

2.9 Ajánlások megfogalmazása az érzékenység csökkentésére és az alkalmazkodó képeség növelésére 35

3 Esettanulmány az épületállománnyal kapcsolatos sérülékenység elemzés települési vizsgálatárA **41**

3.1 Az esettanulmány terület kiválasztásának szempontjai 41

3.2 A sérülékenység-elemzés megvalósítása 41

4 Javaslatok a módszertan továbbfejlesztésére **47**

5 Irodalomjegyzék **53**

6 Mellékletek **55**

6.1 Kitettséggel kapcsolatos eredménytérképek 55

6.2 melléklet: épülethatároló szerkezetek sérülései, és az épülethatároló szerkezetek pontozása 82

6.3 melléklet: életkor-tényező 83

6.4 melléklet: magassági-tényező 83

6.5 melléklet: épületek összeállítása, „összelegózása”, SZUM pontszámok kialakulása, SZUMTOTÁL pontszámok 84

6.6 Segédlet az épülettípusok beazonosításához 88

6.7 Érzékenységgel kapcsolatos eredménytérképek 107

6.8 Várható hatásokkal kapcsolatos eredménytérképek 111

6.9 Alkalmazkodó képességgel kapcsolatos eredménytérképek 117

6.10 Sérülékenységgel kapcsolatos eredménytérkép 128

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: a sérülékenység-elemzés folyamata 13
2. ábra: az épületállománnyal kapcsolatos települési szintű sérülékenység-elemzés tervezett menete 14
3. ábra: a klímamodell adatok feldolgozásának lépései 17
4. ábra: az épületek érzékenységét meghatározó módszertan felépítése 21
5. ábra: épülethatároló épületszerkezetek 22
6. ábra: épülethatároló szerkezeti fő-, és alcsoportok 23
7. ábra: épülettípusok 25
8. ábra: épülettípusok érzékenysége (5 osztályba sorolás esetén) 27

TÁBLAZATJEGYZÉK

1. táblázat: kitettség mutatók statisztikai jellemzői (229 város adatainak felhasználásával) 19
2. táblázat: alkalmazkodó képesség mutatói 31
3. táblázat: kitettség mutatók alakulása a XI. kerület esetében 42
4. táblázat: érzékenység mutatók alakulása a XI. kerület esetében 43
5. táblázat: hatásmutatók a XI. kerület esetében 44
6. táblázat: alkalmazkodó-képesség normalizált mutatói a XI. kerületben 44
7. táblázat: a kerületi sérülékenység mutatók 45
8. táblázat: a vizsgálat továbbfejlesztésének szempontrendszere 52

1

VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

Az éghajlatváltozás az épített környezetet, ezen belül az épületeket is jelentős mértékben érinti. A folyami- és villámárvizek, a heves esőzések, a viharos erejű szelek, illetve a viharos időjáráshoz kapcsolódó hőmérsékletesés jelenségeiben bekövetkező változások súlyos károkat okozhatnak az épületállomány egyes szerkezeteiben és a funkciószerű használatában egyaránt. A területi különbségek és sajátosságok feltárása az épített környezet esetében is alapvető fontosságú a döntéshozók számára.

A tanulmány elsődleges célja egy olyan módszertan kidolgozása volt, amellyel a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATéR) moduljaként becslés adható az épületállományával kapcsolatos települési szintű relatív éghajlatváltozási sérülékenységére, a sérülékenység alapelemeire. Továbbá cél a kidolgozott módszertan alkalmazása, a sérülékenység-vizsgálat megvalósítása a 10 000 fő feletti lakossággal rendelkező városok és a járásszékhely városok esetében. A vizsgálatok eredményei a NATéR rendszerbe integrálódnak majd.

A NATéR rendszerben az eredmények mind az önkormányzatok, mind pedig a regionális döntéshozók számára hozzáférhetők lesznek. Az önkormányzatok ezen felül saját bemenő adatokat felhasználva a metodika alapján különböző fejlesztési forgatókönyvek szerint újra elvégezhetik a sérülékenység számításokat.

Jelen munka első lépése annak a folyamatnak, amely az éghajlatváltozás és épített környezet viszonyával kapcsolatos információkat biztosítja az országos és regionális szervek, illetve a területi- és települési önkormányzatok számára. A vizsgálatok eredményeiként jelenleg településszintű mutatók előállítására került sor, ugyanakkor későbbiekben célszerű a településrészek szintjén folytatni a megkezdett elemzéseket.

A NATéR továbbfejlesztése keretében készülő *Épületállománnyal kapcsolatos sérülékenység elemzés módszertanának kidolgozása* című kutatás a NATéR által használt sérülékenység-elemzés logikáját követte. Első lépésben meghatározta, majd településszinten előállította az épületeket leginkább érintő éghajlatváltozási kitettség mutatókat, amelyek az alábbiak voltak:

- 30 mm-t meghaladó mennyiségű csapadékkal érintett napok éves átlagos számának változása
- Szélvész, heves szélvész, orkán (85 km/h-t meghaladó széllökések) jelenséggel érintett napok éves átlagos számának változása
- Hirtelen hőmérsékleteséssel (10°C 3 óra alatt) érintett napok éves átlagos számának változása

A települési kitettség indikátorok két modell (CNRM-CM5, EC-EARTH), két kibocsátási forgatókönyv (RCP4.5, RCP8.5) és két időablak (2031-2050, 2071-2100) alapján kerültek meghatározásra. Mivel mind a 3 kitettség mutató 8 változatban készült, így összesen 24 települési mutató állt elő.

Ezt követően - a KSH Népszámlálási adatbázisa alapján kialakított - épülettípusok fenti éghajlati kitettségekkel szembeni érzékenységének pontozása történt. Az egyes épülettípusok települési állománya és érzékenységi pontszáma meghatározzák a települési szintű érzékenységi értékeket.

A települési szintű kitettség és érzékenység ismerete lehetőséget ad a várható hatások vizsgálatára. Mivel mind a 3 kitettség-mutató 8 változatban készült, így az azokból származtatott hatásmutatók is 8 változatban készültek, amely összesen 24 hatásmutatót eredményezett. Az egyedi hatásmutatók mellett aggregált hatásmutató előállítása is megtörtént (8 változatban).

Az alkalmazkodó-képesség elemzése 4 dimenzióba sorolt 8 alkalmazkodó képesség felhasználásával történt. Az alkalmazkodóképesség-mutatók aggregálására is sor került. A települési aggregált alkalmazkodó-képesség és az aggregált hatásmutató együttesen lehetőséget adott a települések sérülékenységének megállapítására.

Az érzékenység mutatók és két alkalmazkodási indikátor kivételével a számításokhoz szükséges adatok valamennyi – a kerületeket is beleszámítva – 3178 településre elkészültek. Ez lehetőséget ad a kisebb, a 229 vizsgált településen kívüli települések számára is, hogy a hiányzó adatokat (érzékenység mutatók), 2 alkalmazkodó képesség mutatót pótolva elvégezhessék a számításokat. Ebben egy készülő webes alkalmazás is a segítségükre lesz.

A számítások menete egy adott település (Budapest-Újbuda) esetében részletesebben kibontásra és az önkormányzat részére bemutatásra került. A prezentációt követően az Újbudai Önkormányzat és Polgármesteri Hivatal munkatársainak észrevételeket tettek, ami a továbbfejlesztésnél is figyelembevételre került.

A kutatásban az épületsérülékenységgel kapcsolatos vizsgálatokat követően ismertetésre kerültek az épületérzékenységet csökkentő alkalmazkodási megoldások is. Ezek egy része az épületekhez közvetlenül kapcsolódik, de emellett az épület környezetének (zöldinfrastruktúra) fejlesztési lehetőségei is feltárásra kerültek.

Végül javaslat született a lehetséges továbblépesre, amely szerint egyrészt léptéket szükséges váltani (településrész vagy tömbszint), másrészt az épületek városi lokációjának és közvetlen környezetének értékelésére is figyelmet kell fordítani.

BEVEZETŐ

A Föld légkörének összetétele és éghajlata mindig is változott, de az utóbbi 200-300 évben az emberiség is képessé vált arra, hogy különböző tevékenységeivel számottevően befolyásolja az éghajlati rendszert. Az antropogén eredetű éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás (adaptáció), illetve az éghajlatváltozás mértékének csökkentése (mitigáció) korunk nagy kihívása.

Az éghajlatváltozás hatásainak mértéke és jellege az egyes térségek és települések esetében különböző lesz. Jelentősek a különbségek a tekintetben is, hogy az egyes térségek és települések milyen mértékben képesek alkalmazkodni a változó éghajlathoz. A területspecifikus alkalmazkodásban az országos államigazgatási szervek, illetve a területi- és települési önkormányzatok térségi tervezési tevékenységeinek már jelenleg is meghatározó szerepe van. Ez a szerep a jövőben várhatóan tovább fog erősödni.

Az éghajlatváltozással kapcsolatos területi információk jelentős mértékben segíthetik a területspecifikus adaptációs döntések meghozatalát, végrehajtását és a beavatkozások eredményességének értékelését. Továbbá támogathatják a források hatékony elosztását, a beavatkozások rangsorának felállítását mind országosan, mindpedig regionálisan és a települések szintjén.

Az éghajlatváltozás az épített környezetet, ezen belül az épületeket is jelentős mértékben érinti. A folyami- és villámárvizek, a heves esőzések, a viharos erejű szelek, illetve a viharos időjáráshoz kapcsolódó hőmérsékletesés jelenségeiben bekövetkező változások súlyos károkat okozhatnak az épületállomány egyes szerkezeteiben és a funkciószerű használatában egyaránt. A területi különbségek és sajátosságok feltárása az épített környezet esetében is alapvető fontosságú a döntéshozók számára.

Jelen munka első lépése annak a folyamatnak, amely az épített környezettel kapcsolatos információkat biztosítja az országos és regionális szervek, illetve a területi- és települési önkormányzatok számára. A vizsgálatok eredményeiként egyelőre településszintű mutatók előállítására került sor, ugyanakkor későbbiekben célszerű a településrészek szintjén folytatni a megkezdett elemzéseket.

1 AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS FOLYMATA ÉS VÁRHATÓ HATÁSAI AZ ÉPÜLETÁLLOMÁNYRA

1.1 Az éghajlatváltozás folymata, hatásai és a lehetséges válaszok

A Föld légkörének összetétele és éghajlata mindig is változott. az éghajlat természetes változékonyságát a Föld Nap körüli pályájának csillagászati ciklusai, a Földet elérő napsugárzás erősségének változása, a légkör összetétele, a kontinensvándorlás és a vulkanikus tevékenység határozta/határozza meg. Az utóbbi 200-300 évben azonban az emberiség is képessé vált arra, hogy különböző tevékenységeivel számottevően befolyásolja az éghajlati rendszert helyben, regionálisan és világszinten egyaránt. (Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008-2025, NÉS)

Az iparosodás időszaka óta, de különösen az elmúlt évtizedekben az éghajlat az elmúlt 650 ezer évben nem tapasztalt ütemben melegszik. Ez szorosan összefügg az ipari forradalom óta egyre növekvő fosszilis tüzelőanyag-felhasználás és a fokozódó mezőgazdasági termelés okozta hosszú tartózkodási idejű üvegházhatású gázkibocsátással[1]. (NÉS)

A felszínközeli hőmérséklet emelkedése mellett az óceánok melegedése, a Jeges-tenger jégkiterjedésének csökkenése, a gleccserek visszahúzódása és a világtengerek szintjének növekedése is kimutatható volt. Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) által meghatározott különböző kibocsátási forgatókönyvek (Regional Concentration Pathways, lásd: 2.3 fejezet) szerint az átlaghőmérséklet világméretű emelkedés a XXI. században is folytatódni fog. A hőmérséklet emelkedése mellett a hőmérsékleti szélsőségek változására (növekedésére) is számítani lehet. A csapadékmennyiség vonatkozásában a magas földrajzi szélességeken és a Csendes-óceán egyenlítői területein az átlagos csapadékmennyiség valószínűleg növekedni fog, míg a közepes szélességi és szubtrópusi területeken csökkenés várható. Nagyon valószínű, hogy a nagy csapadékkal járó események intenzívebbé és gyakoribbá válnák majd a közepes földrajzi szélességek jelentős részén és a csapadékos trópusi területeken.

Az IPCC „Éghajlatváltozás 2014." dokumentuma alapján az éghajlat változása már az elmúlt évtizedekben is jelentős hatással volt mind a természeti, mindpedig az ember által létrehozott (pl. épített környezet, gazdaság) rendszerekre. Az előrejelzések alapján világviszonylatban ezek a hatások a jövőben várhatóan tovább fognak erősödni.

[1] A Föld hőmérsékletét a Napból érkező és a Föld felszínéről a világűrbe távozó sugárzási energia egyensúlya határozza meg. A légkörben az úgynevezett üvegházhatású gázok a Napból érkező rövid hullámhosszú sugárzást akadálytalanul átengedik, de a földfelszín felől érkező hosszúhullámú (infravörös) hősugarakat elnyelik. Az alsó légkör az elnyelt infravörös sugarakat újra kibocsájtja, ezáltal a földfelszín közelében tartja a meleget. Ezt folyamatot nevezzük üvegházhatásnak. (NÉS)

Mint globálisan, úgy Magyarországon is jól kimutathatók az éghajlatban bekövetkezett változások. A XX. század második felének (1961-1990) idősorait vizsgálva megállapíthatónapi, hogy a középhőmérséklet évi, tavaszi és nyári idősorai szignifikáns emelkedést mutatnak. (második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, NÉS2)

A jelenlegi változások mellett a regionális klímamodellek segítségével az éghajlat jövőbeli alakulása is modellezhető. Az egyes modellek különböző forgatókönyvekre és időablakokra készülnek. A NÉS2-ben még az IPCC Negyedik jelentésben leírt forgatókönyvei alapján készült klímamodelleke eredményeit használták, de már a – korábbiakban ismertetett – IPCC 5. jelentésében szereplő forgatókönyvnek megfelelő modellek is készülőben vannak. A modelleredmények alapján a 2021-2050 időszakra a magyarországi éves átlaghőmérsékletben 1-2,5 °C-os emelkedésre számíthatunk az 1961-1990 referencia időszakhoz viszonyítva, míg a 2071-2100 időszakra 2-5 °C a becsült melegedés mértéke. Az elsőfokú hőségriadós (hőhullámos) napokat jelentős növekedést és jellegzetes térbeli eloszlást mutatnak. A hőségriadós napok gyarapodása nemcsak a déli megyéinket érintik, hanem a középső- és az északkeleti országrészeinkben is számítani lehet. 2050-ig kitekintve több, mint 30 nappal növekedhet a hőségriadós napok száma. Emellett a száraz időszakok hosszának növekedése és az intenzív csapadékesemények gyakoribbá válása is várható.

Magyarországon esetében is mind a természeti (élővilág, vizek, talajok) mindpedig az ember által létrehozott rendszerek (épületek, infrastruktúrák, gazdaság egyes ágazatai: mezőgazdaság, turizmus, energiaszektor) és maguk az emberek (hőhullámok, új vírusvektorok és emberi egészség) is hatásviselői a már bekövetkezett és a jövőben várható éghajlati változásoknak.

A klímaváltozás természeti és ember alkotta rendszereket érő negatív hatásainak mérséklése és elkerülése érdekében sürgős beavatkozásokra van szükség a különböző területi szinteken (világszinttől a településig). Az éghajlatváltozásra alapvetően kétféle válasz lehetséges:

- a mérséklés, amely egyfelől a klímaváltozást előidéző üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését, másrészt ezeknek a gázok úgynevezett nyelőkkel (pl. erdők, szén-dioxid leválasztás és tárolás) való kivonását jelenti a légkörből;
- valamint az alkalmazkodás, amelyen az elkerülhetetlen változásokhoz történő igazodást értjük. (NÉS; NÉS-2)

Jelen munkában a fókusz a települési szintre, az épületállományra, mint hatásviselő rendszerre és az alkalmazkodásra, mint lehetséges válaszra kerül.

1.2 Az éghajlatváltozás hatásai az épületállományra

Az éghajlatváltozás épített környezetre, ezen belül az épületállományra gyakorolt hatásaira az utóbbi években fordult a tudomány figyelme, mindaddig az épített környezet érzékenységének vizsgálata elhanyagolt terület volt. Épületeinket azonban 80-100 évre tervezzük, így kiemelten fontos foglalkozni ezzel a témával, mert épületeteket bizonyosan érintik a klímaváltozás hatásai. (Horváth, 2012)

A klímaváltozás épületekre gyakorolt hatásai az éghajlat legfontosabb általános jellemzői köré csoportosíthatók, úgymint hőmérséklet, csapadék, szél. Ezen jellemzők változásait adott vizsgálati periódusra klímamodelleken keresztül lehet a legjobban elemezni.

A különböző éghajlati hatások, és azok esetleges hirtelen változásai – pl. vihar esetén – különböző károkokat okozhatnak az eltérő épületszerkezetekben.

- Hőmérséklet: kedvező hatásként említhető, hogy bizonyos klímamodellek alapján nő a téli átlaghőmérséklet, így csökken a fagyos napok száma, ami az épületszerkezetek és az építőanyagok tekintetében is pozitív hatás, mivel csökken a fagyási ciklusok száma. Ennek ellenére a hirtelen hőmérséklet ingadozás az anyagok idő előtti öregedését okozhatja.
- Csapadék: az éves csapadékmennyiség összességében változatlan, az eloszlása változik várhatóan. Télen több csapadék, nyáron kevesebb prognosztizálható. A szélsőséges csapadékot adó jelenségek száma viszont nő: özönvízszerű eső, zivatar, jégeső, villámárvíz, pluviális árvíz. A csapadék beázásokhoz vezethet, az utcákon elöntések lehetnek, ami veszélyeztetheti az alápincézett épületeket. A felszín alatti áramlások kimosódáshoz és egyenlőtlen süllyedéshez vezetnek, amely veszélyezteti az épületek, illetve használhatóságukat csökkenti. A folyók is gyorsabban kilépnek a medrükből, ami árvizet okozhat. Tekintve, hogy az ország területének közel egynegyede a mértékadó árvizek szintje alatt fekszik ez fontos kérdés. A téli időszakban várhatóan több csapadék hullik, melynek kérdéses a formája. Amennyiben hó formájában érkezik, az épületszerkezeteket, tetőszerkezeteket veszélyezteti. (Horváth, 2012)
- Szél: egyes térségekben várható a széllökések mértékének és gyakoriságának növekedése, továbbá a szél nyomó, illetve szívó hatásának emelkedése, amely tartószerkezeti és épületszerkezeti problémákhoz is vezethet. Leginkább a szélnek kitett felületek a veszélyeztetettek, elsősorban a tetők, illetve magas épületek homlokzatburkolatai, nyílászárói és azok társított szerkezetei. Az erősebb szél könnyen megbonthatja a nem rögzített tetőfedő elemeket, illetve pl. a jégeső nagyobb károkat tud okozni egy kiselemes kerámia vagy betoncserép fedésben, mint pl. a paneles lakóépületek tetején. A szélhatás függ az épület

helyétől, védettségétől, tájolástól, épületmagasságtól, valamint a tetőtől (tetőforma, hajlásszög, magasság). (Osztroluczky, 2011)

- Egyéb hatások: a klímaváltozást hatást gyakorolt az építőanyagokra, az anyagok fáradására, az anyagok hamarabb tönkremehetnek, pl. a növekvő UV-sugárzás miatt.
- Fontos továbbá, hogy a fent említett hatások szinte minden esetben együttesen lépnek fel, nem önmagukban jelentkeznek, így egymás hatásait fokozzák, növelik az épület veszélyeztetettségét.
- Több tanulmány is kiemeli, hogy az épületszerkezeteket elsősorban a megváltozott hóteher, valamint a hevesebb viharokkal járó szélteher és jégeső érintheti. Különösen veszélyeztetettek a tetőszerkezetek és a homlokzati elemek rögzítőelemei. (Pálvölgyi, 2010)

Az épületek érzékenységét mindhárom meteorológia hatásra becslő módszertanok alulreprezentáltak a szakirodalomban. Magyar szakirodalmak közül Horváth et. al. (2011) tanulmányában a széllel szembeni érzékenységet vizsgálja szakértői becslés és szélnyomási értékek alapján, különböző súlyokkal. A vizsgálat végeredményként megállapításra került, hogy a legsérülékenyebbek az 1945 után épült társasházak, hagyományos középületek az első és második világháború előttről, templomok, a nagy tömegben előforduló paneles lakóépületek.

A fenti szakirodalmi összefoglaló mellett jelen tanulmány elkészítése során áttekintésre kerültek a Magyarországon szakmagyakorlatban használt épülettipológiák, melyek KSH adatokon alapulnak. (Csoknyai, 2014; NÉeS, 2015)

Feldolgozásra kerültek olyan szakirodalmak, melyek a tipológiák nagytömegű épületállomány vizsgálatára való alkalmazását teszik lehetővé. (Hrabovszky-Horváth et. al., 2013)

Az egyes épülettípusok geometriai és szerkezeti tulajdonságainak, szerkezeti (al)rendszereinek meghatározására alapvető épületszerkezettani könyvek (Bársony, 2008a; Bársony, 2008b), valamint specifikus épülettípusok (pl. vályogház, kockaház, panelház) esetén az adott típusra jellemző szakirodalmak tanulmányozását történt. (Pattantyús, 2003; Edvi, 2005; Historikus városi szövet megújítása, 2016; Birghoffer, 1994; Dési, 1996; Csermely, 2005; S. Nagy, 1984; Gunda, 1954; Bakó, 1975; Bódy, 2004) Emellett a magyarországi épületállomány nagyrégiós mintavételezése alapján kerültek kiválasztásra valós példák a kategóriák szemléltetésére.

2 AZ ÉPÜLETÁLLOMÁNNYAL KAPCSOLATOS TELEPÜLÉSI SÉRÜLÉKENYSÉG-ELEMZÉS MÓDSZERTANA

2.1 A tanulmány célja

A tanulmány elsődleges célja egy olyan módszertan kidolgozása, amellyel a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATéR) modulja keretében becslés adható az épületállományával kapcsolatos települési szintű relatív éghajlatváltozási sérülékenységére, a sérülékenység alapelemeire. Továbbá cél a kidolgozott módszertan alkalmazása, a sérülékenység-vizsgálat megvalósítása a 10 000 fő feletti városok és járásszékhely városok esetében. A vizsgálatok eredményei a NATéR rendszerbe integrálódnak majd.

A NATéR rendszerben az eredmények mind az önkormányzatok, mindpedig a regionális döntéshozók számára hozzáférhetők lesznek. Az önkormányzatok ezen felül saját bemenő adatokat felhasználva a metodika alapján különböző fejlesztési forgatókönyvek szerint újra elvégezhetik a sérülékenység számításokat.

Végül a módszertan lehetőséget ad 229 vizsgált városon kívüli települések számára is, hogy épületállományukat felmérve elvégezhessék a sérülékenységgel kapcsolatos számításokat saját településük esetében is.

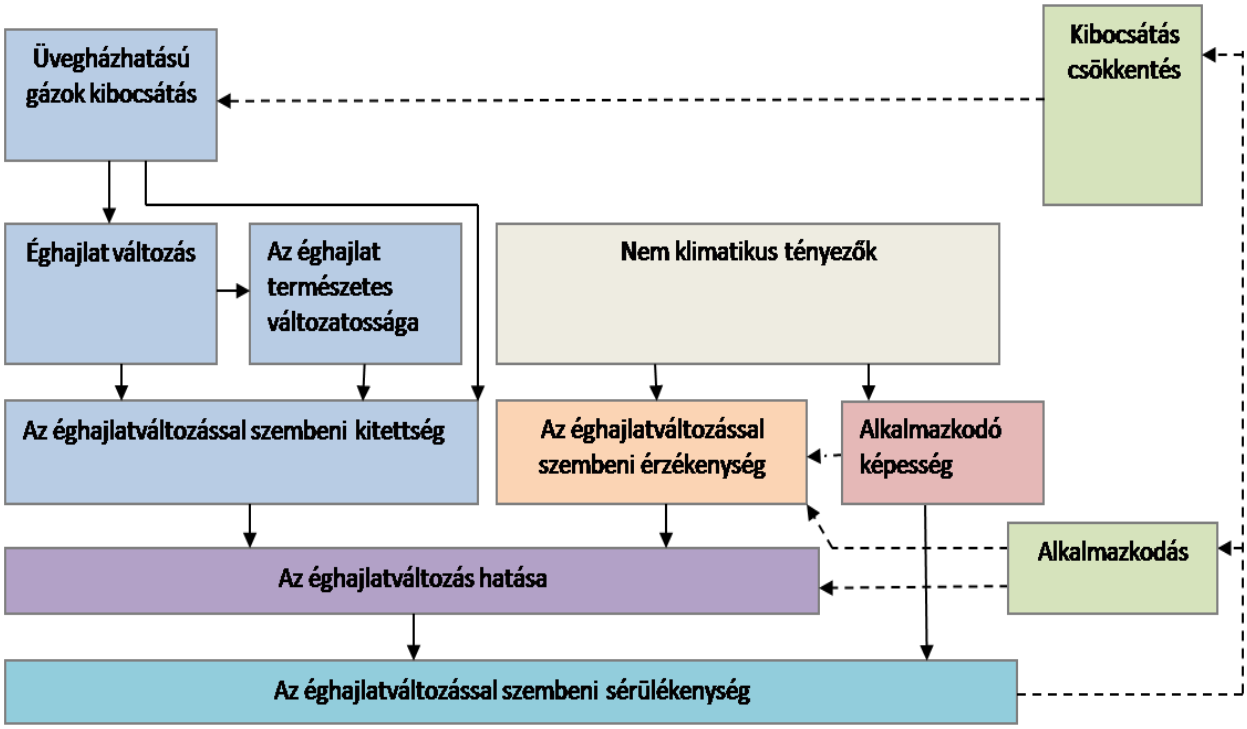
2.2 A sérülékenység-elemzés módszertanának bemutatása

Sérülékenység-elemzés folyamata

A jelen munkában a javasolt metodika középpontjában az IPCC által is ajánlott sérülékenység-elemzési keretmódszertan áll. A sérülékenység-vizsgálat lehetővé teszi az éghajlatváltozással kapcsolatos szempontok széleskörű elemzését, azok területi sajátosságainak és különbözőségeinek feltárását, ezáltal támogatva a beavatkozások térségi és települési szintű tervezését.

A sérülékenység-elemzés módszertani kerete (1. ábra) alapján az üvegházhatású gázok növekvő kibocsátása hozzájárul a globális felmelegedéshez és ezáltal a klímaváltozáshoz. Az éghajlat természetes változatossága és az üvegházhatású gázok kibocsátása együttesen azt eredményezi, hogy az egyes térségek, települések esetében az éghajlatváltozás különböző mértékű és jellegű lesz, vagyis az éghajlatváltozásnak való kitettségük különböző. Továbbá az egyes térségek, települések különböző társadalmi, gazdasági és környezeti (épített és természeti környezet) jellemzőkkel rendelkeznek, ez alapján különböző mértékben érzékenyek az egyes kitettségekkel szemben. A kitettség és érzékenység együttesen vizsgálva meghatározza az éghajlatváltozás hatását az egyes térségek és települések

esetében. Mindazonáltal a térségek hosszú távon képesek alkalmazkodni a változó feltételekhez. Az alkalmazkodó-képesség mértéke a várható hatásokkal együtt megadja, hogy az egyes térségek és települések milyen mértékben sérülékenyek az éghajlatváltozással szemben. (ESPON Klíma, 2011; Göncz Annamária - Schneller K., 2012)



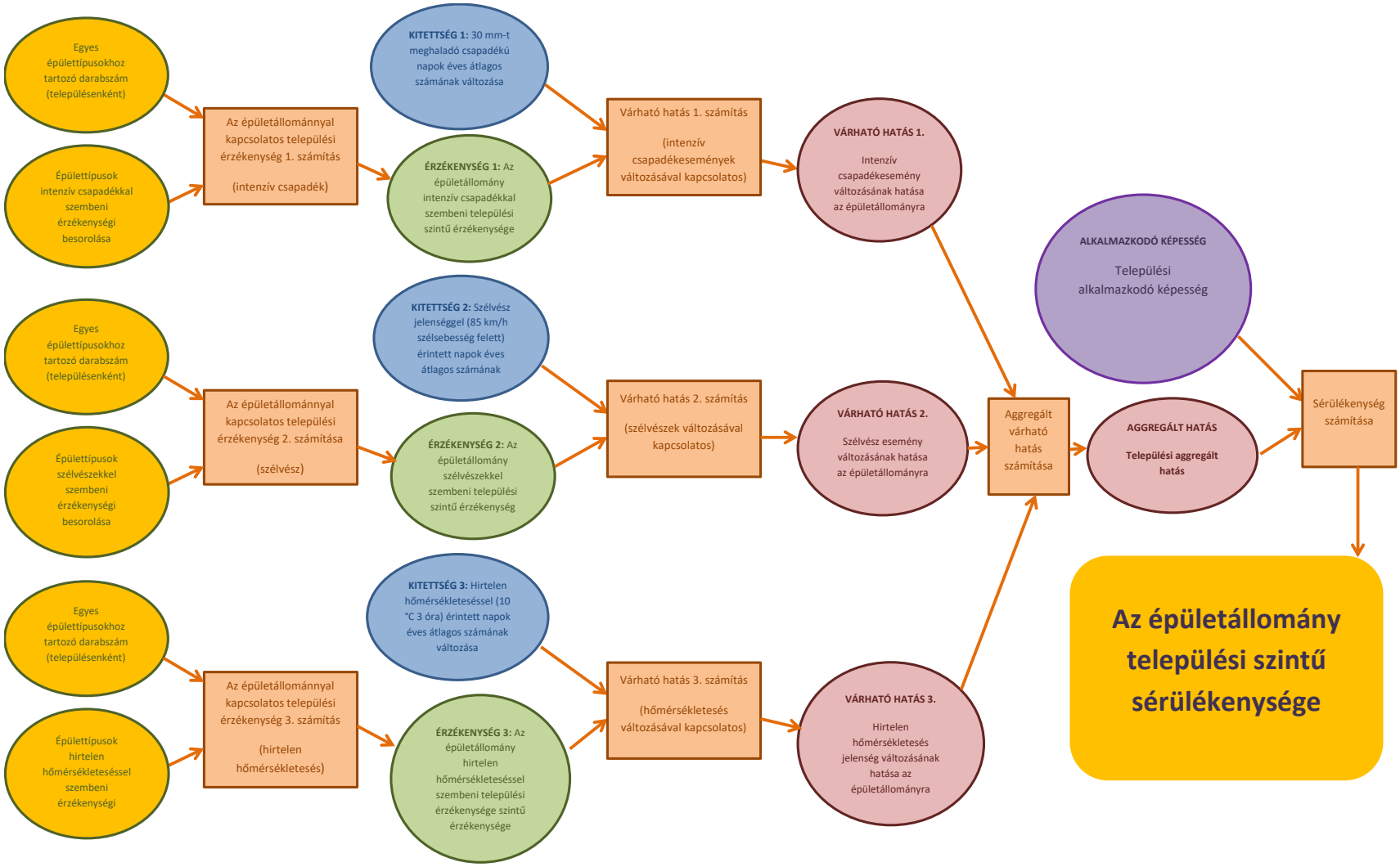
1. ábra: a sérülékenység-elemzés folyamata

Forrás: Saját szerkesztés az ESPON Climate és Füssel-Klein alapján

Épületállománnyal kapcsolatos sérülékenységvizsgálat menete és műveletei

Jelen munkában a települések kitettségének, érzékenységének és alkalmazkodó-képességének vizsgálata az épületállománnyal kapcsolatos tényezőkre összpontosít. Az előbbiekben bemutatott módszertan települési szintre és épületállomány témakörre történő alkalmazását a 2. ábra mutatja.

A sérülékenység-vizsgálat egyes elemeinek együttes értékelésénél (a matematikai műveleteknél) a kiindulási alapot az „ESPON Klíma projekt” és a „Javaslat az éghajlatváltozási sérülékenység-elemzés városi- és városrész szintű vizsgálatára” című diplomadolgozatban kidogozott módszertan képezte.



2. ábra: az épületállománnyal kapcsolatos települési szintű sérülékenység-elemzés tervezett menete

Forrás: saját szerkesztés

2.3 Az éghajlatváltozási kitettség releváns mutatói

A vizsgálatban alkalmazott kitettség mutatók, forgatókönyvek és időablakok

A kitettség azt mutatja, hogy egy terület (térség vagy település) esetében milyen mértékben változnak az éghajlat jellemzői. A kutatók a kitettség mutatóit klímamodellekből nyerik. A klímaváltozás modellezése rendkívül összetett feladat. A modellek számításba veszik a légkör fizikai és kémiai tulajdonságait, valamint az óceánok által generált hatásokat is. A klímamodellek, amelyek segítenek előrejelezni a Föld éghajlatának változását, rendkívül változatosak lehetnek. A téma összetettsége miatt azonban legcélszerűbb térbeli kiterjedésük alapján bemutatni azokat. A klímamodellezés lényegében az éghajlati tényezők, és azok változásának matematikai leképzését jelenti. A kívánt eredmények eléréséhez a modellek vizsgálják a szárazföldeket, az óceánokat és tengereket, illetve a légkört. A kutatók a változókat a földrajzi térben rácshálóra (rácspontokra) illesztik és hatásukat összegzik. Egy-egy előrejelzés a rácsháló rácspontjaira készül. A modellek különböző kibocsátási forgatókönyvek (Regional Concentration Pathways[2]) szerint különböző időablakokra (modellezett időszak pl. 2021-2050) készülnek. Az időablak mellet a referenciaidőszakot is meg kell adni, ami természetesen egy múltbeli időszak. Emellett jellemzője még a modellnek a térbeli felbontás, a rácspontok távolsága.

Megkülönböztetünk globális (GCM) és regionális klímamodelleket (RCM). A regionális modellek számos helyi (pl. domborzat) jellemzőt is felhasználnak, mint bemeneti paramétert Az RCM-ek legnagyobb előnye, hogy egy GCM-hez képest jelentősen jobb térbeli felbontással rendelkeznek és a modell részletesebben veszi számításba a helyi topográfiai és fizikai tényezőket. Az RCM-ek segítségével felállított modellek különösen hasznosnak bizonyulhatnak a helyi éghajlat meghatározásánál. A jelen munkában az épületállománnyal kapcsolatos sérülékenység vizsgálatát során három kitettség mutató került felhasználására. Ezek a következők:

[2] Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) által meghatározott különböző kibocsátási forgatókönyvek szerint az átlaghőmérséklet világméretű emelkedés a XXI. században is folytatódni fog. Az emberi eredetű üvegházhatású gázkibocsátásokat alapvetően a népességszám, a gazdasági tevékenység, az életvitel, az energiafelhasználás, a földhasználat módja, a technológia és a klímapolitika határozza meg. A Koncentrációváltozás Reprezentatív Pályái (Representative Concentration Pathways, RCP) elnevezésű és az előbbiekben felsorolt tényezők alapján kialakított forgatókönyvek alapján becslések készíthetők az üvegházhatású gázok kibocsátásával és légköri koncentrációjának alakulásával kapcsolatban. A forgatókönyvek közül az RCP2.6 jelentős kibocsátás-mérséklést feltételez és egy olyan jövőképet képvisel, amely a globális felmelegedést az iparosodás előtti átlaghőmérséklethez képest valószínűleg 2°C alatt tartja. Ezzel szemben az RCP8.5 magas üvegházhatású gázkibocsátással számol és további kibocsátás-korlátozó erőfeszítéseket nem feltételez. A két szélső eset közötti pályákat két közbenső (RCP4.5 és RCP6.0) szcenárió írja le.

I. 30 mm-t meghaladó mennyiségű csapadékkal érintett napok éves átlagos számának változása

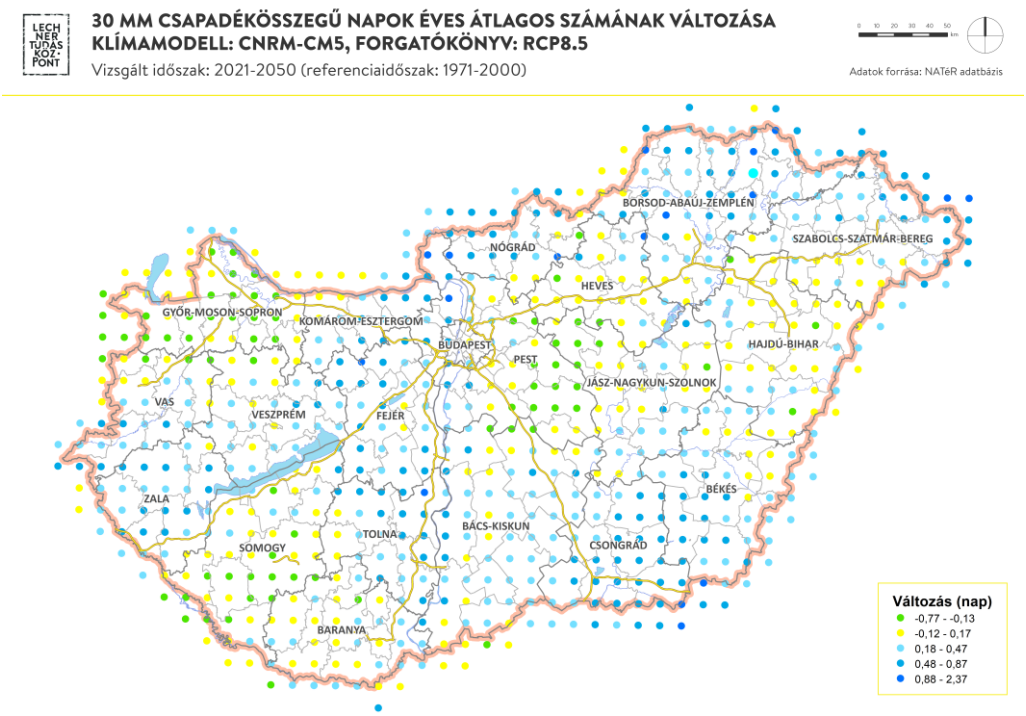
II. Szélvész, heves szélvész, orkán (85 km/h-t meghaladó széllökések) jelenséggel érintett napok éves átlagos számának változása

III. Hirtelen hőmérsékleteséssel (10°C 3 óra alatt) érintett napok éves átlagos számának változása

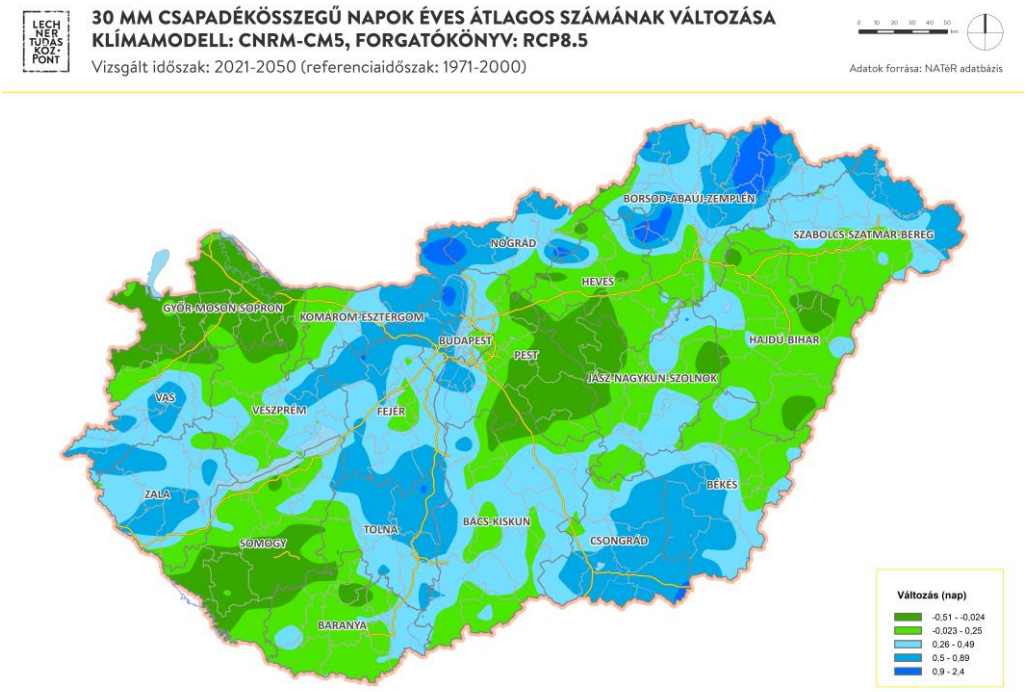
A 30 mm/nap csapadékmennyiség olyan küszöbérték, amelyek fölött az épületekben jelentősebb károk keletkezhetnek. A biztosítók is gyakran használják ezt a csapadékmutatót. A 85 km/h-t sebességet meghaladó szél a Beaufort-skála szerint szélvésznek, heves szélvésznek, illetve orkánnak minősül. 85 km/h fölött már komolyabb károk eshetnek az épületekben. A hirtelen hőmérsékletesés (10° C 3 óra alatt) főként viharokkal együttesen előfordulva szintén komolyabb károkat okozhat az épített környezetben. Mindhárom kitettségi mutató vizsgálata két modell (CNRM-CM5, EC-EARTH), két kibocsátási forgatókönyv (realista RCP4.5 és a pesszimista RCP8.5), valamit két időablak (2021-2050, 2071-2100) alapján történt. A vizsgálatok referencia időszaka 1971-2000. Mind a CNRM-CM5, mindpedig a EC-EARTH térbeli felbontása 10X10 km. Ennél részletesebb felbontás nem érhető még el.

Kitettség mutatók feldolgozása

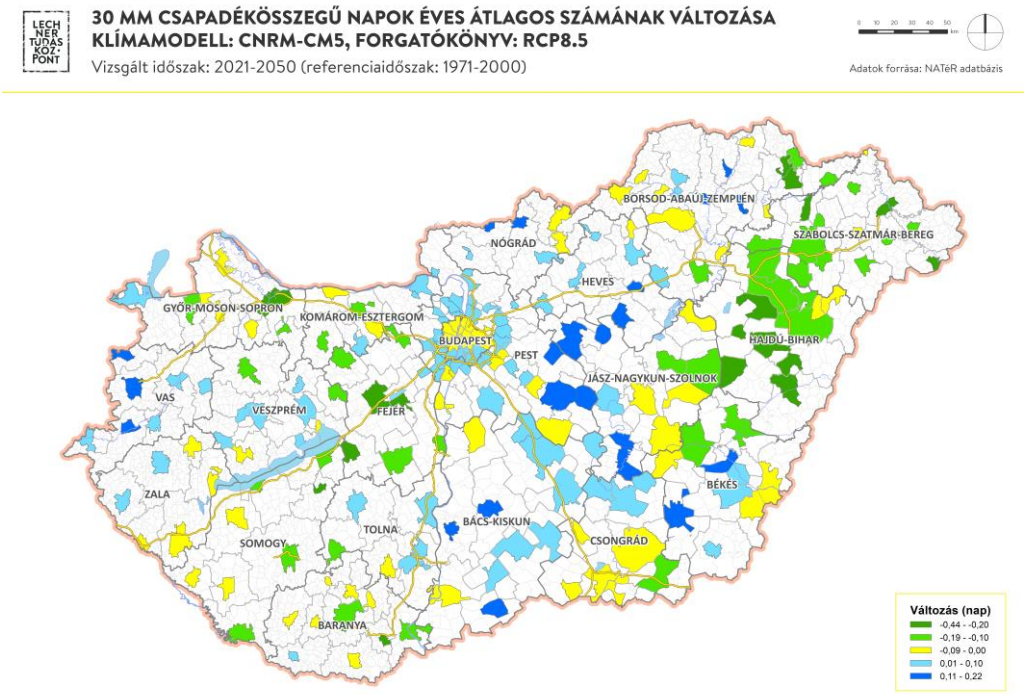
1. lépés: a klímamodellek szöveges állományaiból (text fájl) vektoros térképi réteg (jelen esetben shape) előállítása



2. lépés: klímamodellek vektoros állományának interpolálása (100 m-es raszterháló, natural neighbor eljárás)



3. lépés: interpolált állomány települési területre (jelen esetben belterületre) szűkítése majd az átlagérték meghatározása



3. ábra: a klímamodell adatok feldolgozásának lépései

Forrás: saját szerkesztés a NATéR adatbázisa alapján

A kitettség vizsgálat eredményei

A kitettség adatok feldolgozása során 3 településszintű kitettség mutató két modell, két kibocsátási forgatókönyv és két időablak alapján került kidolgozásra. A feldolgozás eredményeképp 24 kitettség térkép állt elő, amely a vizsgált településekre - 3. ábrában bemutatott lépések szerint aggregált - kitettség mutatószámokat jeleníti meg. A kitettség eredménytérképeket a 6.1 melléklet tartalmazza. Az 1. táblázatban a kitettség mutatókhoz kapcsolódó statisztikák jelennek meg. A táblázat segítségével a különböző modellek és forgatókönyvek szerinti, illetve a különböző időablakokra előállított jövőbeni éghajlati mutatók főbb statisztikai jellemzői összehasonlíthatóvá válnak.

Modell, forgatókönyv, időszak	Minimum érték	Maximum érték	Átlag	Szórás
30 mm/nap csapadék-eseményekkel érintett napok számának változása				
RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	-0,40	0,70	0,04	0,211
RCA-C, RCP4.5, 2071-2100	-0,73	1,15	0,17	0,25
RCA-C, RCP8.5, 2021-2050	-0,42	1,01	0,30	0,25
RCA-C, RCP8.5, 2071-2100	0,06	1,47	0,65	0,25
RCA-E, RCP4.5, 2021-2050	-0,3	1,16	0,29	0,21
RCA-E, RCP4.5, 2071-2100	-0,08	0,9	0,38	0,17
RCA-E, RCP8.5, 2021-2050	-0,13	0,8	0,24	0,16
RCA-E, RCP5.5, 2071-2100	0,15	1,53	0,64	0,27
85 km/h-t meghaladó széllökésekkel érintett napok (szélvészes napok) számának változása				
RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	-0,40	0,53	0,05	0,16
RCA-C, RCP4.5, 2071-2100	-0,48	1,31	0,38	0,33
RCA-C, RCP8.5, 2021-2050	-0,01	1,38	0,45	0,28
RCA-C, RCP8.5, 2071-2100	-0,4	0,75	0,1	0,17
RCA-E, RCP4.5, 2021-2050	-0,2	0,75	0,18	0,17

Modell, forgatókönyv, időszak	Minimum érték	Maximum érték	Átlag	Szórás
RCA-E, RCP4.5, 2071-2100	-0,09	0,89	0,28	0,19
RCA-E, RCP8.5, 2021-2050	-0,44	0,22	-0,02	0,11
RCA-E, RCP5.5, 2071-2100	-0,2	1,23	0,33	0,29
Hirtelen hőmérsékleteséssel (10°C 3 óra alatt) érintett napok éves átlagos számának változása				
RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	-1,02	1,16	0,24	0,35
RCA-C, RCP4.5, 2071-2100	1,26	2,12	0,74	0,49
RCA-C, RCP8.5, 2021-2050	-0,98	0,75	0,09	0,32
RCA-C, RCP8.5, 2071-2100	-0,96	1,86	0,73	0,48
RCA-E, RCP4.5, 2021-2050	-1,06	0,62	0,22	0,35
RCA-E, RCP4.5, 2071-2100	-0,95	1,01	0,21	0,36
RCA-E, RCP8.5, 2021-2050	-1,43	0,98	0,03	0,38
RCA-E, RCP5.5, 2071-2100	-1,28	2,72	0,77	0,74

1. táblázat: kitettség mutatók statisztikai jellemzői (229 város adatainak felhasználásával)

Forrás: saját szerkesztés a NATéR adatbázisa alapján

2.4 Épülettípusok érzékenysége, a települési érzékenység mutatók számítása

Az érzékenység a hatásviselő rendszerek éghajlatfüggő tulajdonsága vagy tulajdonságainak összessége. Az érzékenység mutatók mindig adott kitettséghez kapcsolódnak, jelen esetben az épületek érzékenysége az előző fejezetben meghatározott kitettség mutatók alapján került megállapításra. Az intenzív csapadékeseményekkel, a szélvészekkel és a hőmérsékleteséssel szemben elsősorban az épületek határoló és befejező szakipari szerkezetei a leginkább érzékenyek, így a fókusz ezekre az elemekre helyeződött. A településszintű érzékenységi mutatókat egyrészt az egyes épülettípusok (7. ábra) érzékenysége, másrészt az adott épülettípus darabszáma határozza meg. Az épülettípusok kialakítása a KSH Népszámlálási adatbázisa (2011) alapján történt.

Jelen vizsgálatokban az alapvető bemeneti paraméterek (épületszerkezetek), és az ezekből kombinált épületkategóriák megválasztása első lépésnek tekinthető, amellyel az éghajlati érzékenységvizsgálat épület szinten értelmezhető, számítható. A módszertan, a későbbiekben kifejtett továbbfejlesztésekkel lehetővé teszi, hogy a jövőben viszonylag kis időráfordítással a mutatók bővíthetők, az érzékenység még pontosabban becsülhető legyen.

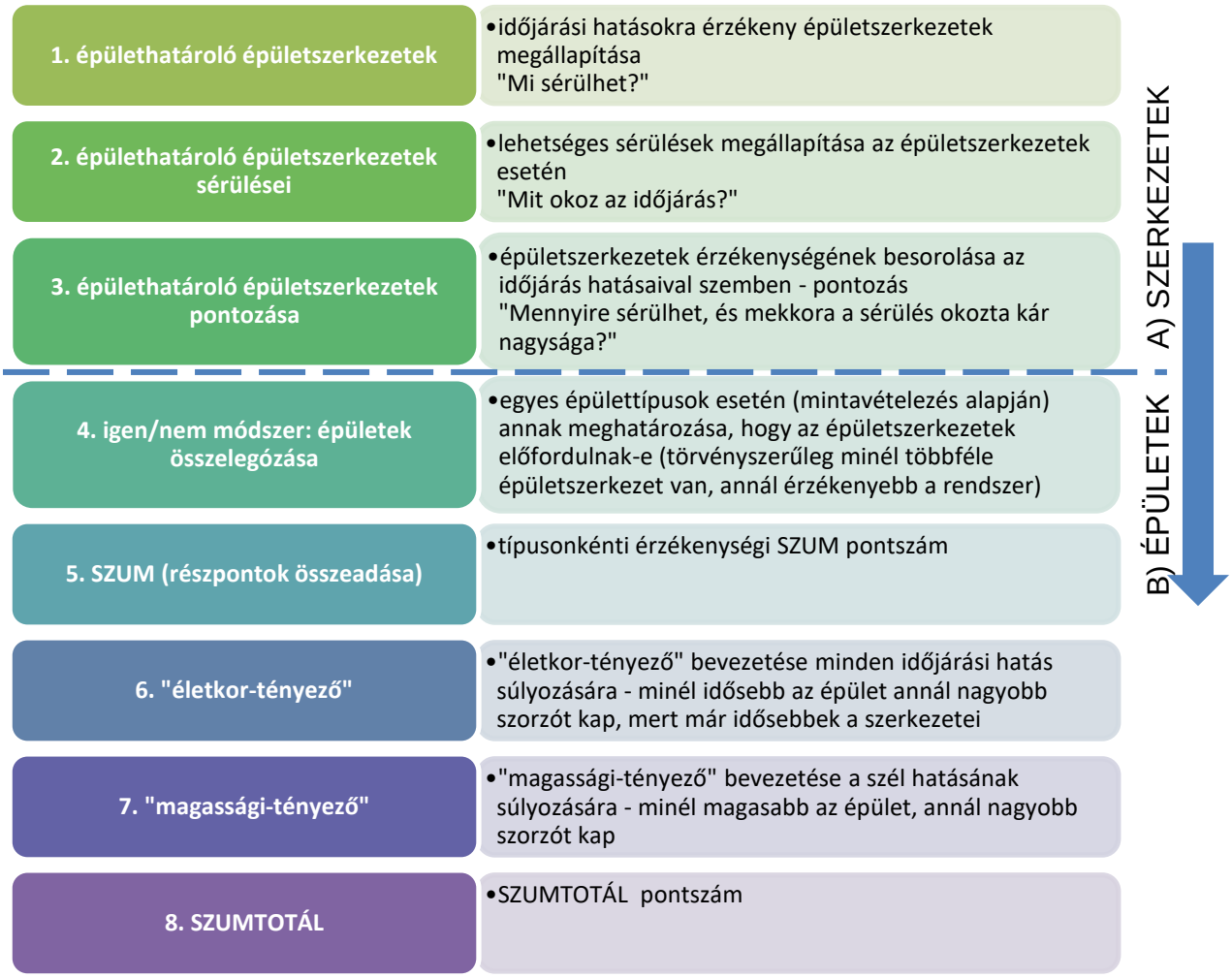
Épületérzékenység meghatározása

A tanulmányban bemutatott, egyes lakóépület-típusok érzékenységét becslő módszertan két szintre bontható (4. ábra):

a) térelhatároló, épületburkoló épületszerkezetek alaptulajdonságaiból adódó érzékenység becslése az időjárási hatásokkal szemben;
b) a fenti épületszerkezetekből összeállított, a magyar épületállományt reprezentáló mintaépületek érzékenységének becslése.

A vizsgálatok során fontos szempont volt, hogy olyan bemeneti mutatók kerüljenek meghatározásra, melyek területi eloszlása ismert, hazai adatbázisokban (pl. Központi Statisztikai Hivatal – KSH) elérhetőek.

A 4. ábra lépésről lépésre veszi az épületek érzékenységét meghatározó tényezők összeállításából készült rendszert:



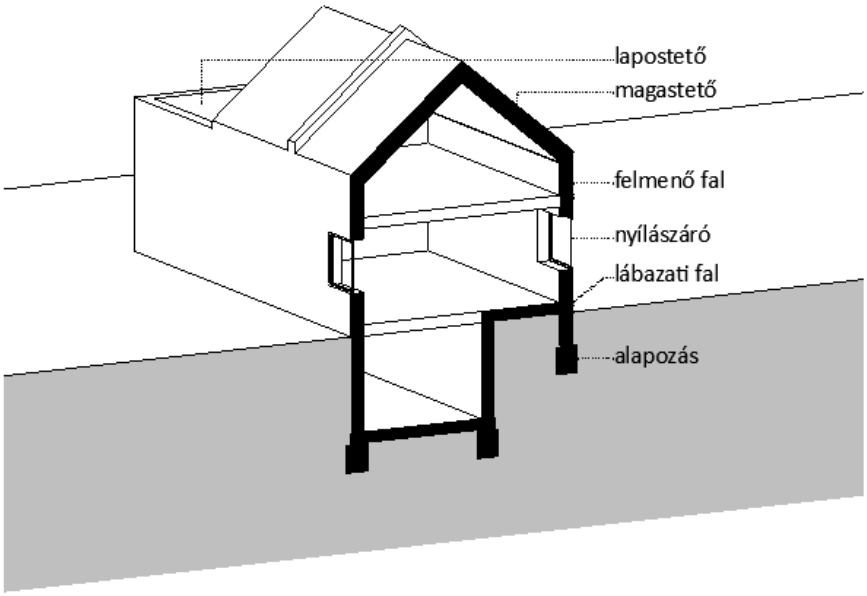
4. ábra: az épületek érzékenységét meghatározó módszertan felépítése

Forrás: saját szerkesztés

A továbbiakban az 4. ábra lépéseit bemutató alpontok olvashatóak:

Épülethatároló épületszerkezetek vizsgálata

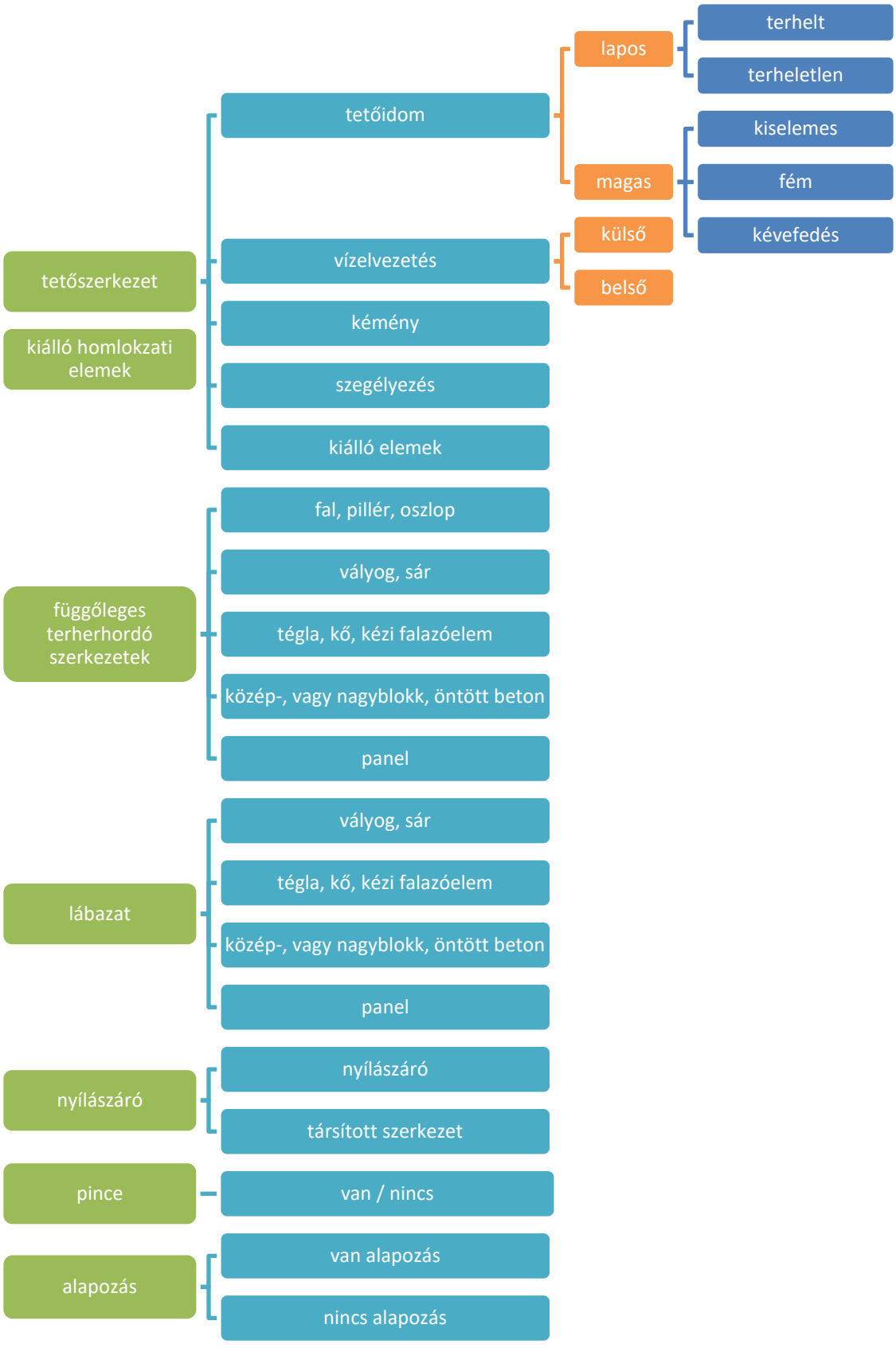
Épületszerkezettani és épületdiagnosztikai szakirodalomkutatás, valamint szakértői tapasztalatok alapján meghatározásra kerültek azok a szerkezetcsoportok illetve szerkezetek, melyek a három időjárási hatással szemben a leginkább érzékenyek. Ezek természetszerűleg a hatásokkal közvetlenül „érintkező” térelhatároló, teherhordó vagy nem teherhordó szerkezetek: tetők (lapos-, és magas), felmenő falazatok, lábazati falak, nyílászárók és társított szerkezeteik, kiegészítő szerkezetek (pl. gépészet), alapozás. 5. ábra.



5. ábra: épülethatároló épületszerkezetek

Forrás: saját szerkesztés

A szerkezetcsoportokon belül alcsoportok kerültek létrehozásra, melyek a magyarországi épületállomány jellemző konstrukciós megoldásait tükrözik: így például a tetőkön belül magas-, és lapostető alcsoportok, az utóbbin belül terhelt, és terheletlen típusok kerültek meghatározásra. Az alcsoportok kialakításának fő szempontja a különböző szerkezetek időjárási hatásokkal szembeni különböző érzékenyége volt. Az 6. ábra bemutatja a kialakított fő- és alcsoportokat.



6. ábra: épülethatároló szerkezeti fő-, és alcsoportok

Forrás: Saját szerkesztés

Épülethatároló épületszerkezetek sérülései

Hasonló elven, szakirodalomkutatás és szakértői tapasztalatok alapján listázásra kerültek azok az időjárási hatások által okozott sérülések, melyek az fenti épületszerkezeteket károsíthatják. Azokban az esetekben, melyekben az adott hatás nem releváns az épületszerkezet tekintetében, a cellába „X" jelölés került. Lásd: 6.2 melléklet.

Épülethatároló épületszerkezetek pontozása

Az egyes épületszerkezetek besorolása az időjárási hatásokkal szemben egy 0-4-ig terjedő skálán történt, a pontozásnál figyelembe véve azt, hogy a szerkezet várhatóan mekkora eséllyel károsodik, egy esetleges károsodás esetén mekkora kár keletkezhet az adott szerkezetben vagy a környező szerkezetekben, illetve, hogy mennyire körülményes a károsodás helyreállítása (pl. redőny leszakadása ⇔ kémény ledőlése). A fenti súlyok megállapítása üzemeltetői és szakértői tapasztalatok, valamint szakirodalomi források alapján történt (6.2 melléklet).

Az épületek összeállítása, „összelegózása"

A magyarországi épületállományt reprezentáló mintaépületek összeállítása a 3.1. pontban kifejtett szerkezeti repozitórium felhasználásával történt. Az épülettípusok a Magyarországon már szakmai gyakorlatban bevált és alkalmazott épülettipológiák alapján készültek (TABULA, NÉeS). Ezek a tipológiák a KSH adatbázisára épülnek, a népszámláláskor felvételezett épületadatok alapján levezethetők, így a többféle forrás összehangolása nem okozott gondot. A jelen tanulmányhoz a KSH-tól a magyar épületállománnyal kapcsolatban igényelhető alapadatok az épület méretére (lakásszámára), a falazat anyagára, az építési időre, valamint az épület szintszámára vonatkoznak.

A korábbi tanulmányok és mintavételezés (épülettípusok gyűjtése az ország különböző nagyrégióiból) alapján ily módon kialakított épülettípusok száma igen magas, mely jelen tanulmány szempontjából a gyakorlati használhatóságot nehezíti, ezért a vizsgálatok elvégzése után az igen hasonló érzékenységgel rendelkező típusok, illetve a statisztikailag nem szignifikáns darabszámú típusok összevonásra kerültek, így kialakítva a végleges érzékenységi tipológiát. Lásd: 6.5 melléklet.

Lakásszám	Falazat anyaga	Szintszám	Építési idő				
			-1946	1946-1980	1981-1990	1991-2000	2001-
1-3 lakásos épület, családi ház	vályog, sár		1.	2.	3.		
	tégla, kő, kézi falazóelem		4.	5.	6.		7.
4-9 lakásos épület, kis társasház	tégla, kő, kézi falazóelem		8.	9.	10.		11.
10 vagy több lakásos épület, nagy társasház	tégla, kő, kézi falazóelem	-5					
		6-	12.				13.
	közép-, vagy nagyblokk, öntött beton	-5		14.			
		6-		15.			
	panel	-5		16.			
		6-		17.			

7. ábra: épülettípusok

Forrás: saját szerkesztés

A gyakorlatban az épülettípusok beazonosítását egy képes katalógus (segédlet) fogja segíteni, mely a végfelhasználó döntését támogatja a településen megtalálható épületek típusokba sorolásánál. A katalógusban minden típushoz mintaképek tartoznak. (6.6 Melléklet)

„Szum" érték (részpontok összeadása)

Az épülettípusok érzékenységi SZUM pontszáma az épületet alkotó épülethatároló szerkezetek érzékenységének összegéből adódik. Lásd: 6.5 melléklet.

Az „életkor-tényező"

Az épület korának előrehaladásával (a felújítás hiányában) az épületszerkezeteket alkotó építőanyagok fáradnak, öregednek, anyagtulajdonságaik, és a belőlük létrehozott szerkezetek kapcsolatai érzékenyebbé válnak az időjárás hatásaival szemben. Pl.: a lapostető bitumenes lemezszigetelése ridegedik, könnyebben megreped, így a lapostetős épület az idő előrehaladtával egyre érzékenyebbé válik a hirtelen csapadékra; hőszigetelő anyagok esetében gondot jelenthet a térfogatváltozás; illetve

bizonyos szerkezeteknél az illesztéseknél alkalmazott kitöltőanyagok öregedése a hézag megnyílásához vezethet.

Az „életkor-tényező”, mint szorzó az épületszerkezetinek öregedését, avulását hivatott kifejezni, így az ugyanolyan anyagból és szerkezetből épült típusok érzékenysége különböző lesz az életkoruk alapján: minél idősebb az épület, annál nagyobb ez a szorzószám. Lásd: 6.3 melléklet. Az „életkor-tényező” mindhárom hatással szembeni érzékenység értékét növeli.

A „magassági-tényező”

A viharos erejű széllökések az egyik legveszélyesebb hatásként támadják az épülethatároló szerkezeteket. A primer szerkezetekre (pl. határoló falak) nehezedő szélnyomáson túl, a szekunder (pl. nyílászáró) és tercier (pl. szegély) szerkezetek is sérülhetnek a szélnyomás és szélszívás hatására, melyek igen nagy kárt okozhatnak az épület egészében. A szél torlónyomása az épület magasságával nem lineárisan nő, ezért a magasabb épületek veszélyeztetettebbek.

A „magassági-tényező”, mint szorzó a szél hatását hivatott kifejezni, így az ugyanolyan anyagból és szerkezetből épült típusok érzékenysége különböző lesz magasságuk alapján: minél magasabb az épület, annál nagyobb ez a szorzószám. Lásd: 6.4 melléklet. Az „magassági-tényező” csak a szél hatásával szembeni érzékenység értékét növeli. A 6.4 mellékletben bemutatott növekmények Eurocode és Magyar Szabvány szerinti torlónyomás diagramok alapján lettek meghatározva. (MSZ EN 1991-1-4:2007)

Szumtotál

Az 5. lépésben leírt épületekre vonatkozó összepontszámok a 6. és a 7. lépések növelő tényezőivel megszorozva adják az épülettípusok SZUMTOTÁL pontszámát. Az 8. ábra az épülettípusokat szumtotál pontszámuk alapján kialakított 5 érzékenységi osztályba jeleníti meg.

Lakásszám	Falazat anyaga	Szintszám	Építési idő				
			-1946	1946-1980	1981-1990	1991-2000	2001-
1-3 lakásos épület, családi ház	vályog, sár		1. 1 5 1	2. 2 2 2	3.		1 1 2
	tégla, kő, kézi falazóelem		4. 2 1 2	5. 2 1 2	6.	2 1 2	7. 3 2 3
4-9 lakásos épület, kis társasház	tégla, kő, kézi falazóelem		8.	9.	10.		11.
10 vagy több lakásos épület, nagy társasház	tégla, kő, kézi falazóelem	-5	3 3 3	3 3 2			3 5 1
		6-	12.	3 3 5		2 2 2	13. 3 5 3
	közép-, vagy nagyblokk, öntött beton	-5		14.		3 4 1	
		6-11		15.			
		12-				3 4 3	
	panel	-5		16.		5 5 3	
		6-11		17.			
		12-				5 5 5	

8. ábra: épülettípusok érzékenysége (5 osztályba sorolás esetén)

Forrás: saját szerkesztés

A település szintű érzékenység mutatók feldolgozása

A települési érzékenységmutatók 3 kitettséggel szemben kerültek definiálásra, így összesen 3 érzékenységmutató került megállapításra mindegyik település esetében. A települési mutató kialakítása az épülettípusok érzékenységének és az adott típus települési darabszámának figyelembevételével történt. Első lépésben, az előzőekben bemutatott épületérzékenység pontozás szerint az előre meghatározott épülettípusok érzékenységi pontértéket kaptak. Ezt követő lépésben valósult meg az épülettípusok érzékenységi értékének és az adott típusba tartozó épületek számának összeszorzása, majd a szorzatok összeadás. Végül az előbbi összeadás eredménye az épületek számával került elosztásra, így tulajdonképp egy települési átlag érzékenységű épületet állt elő.

$$\mathbf{AÉ_i = (AÉd_{i_tipus1} * AÉé_{tipus1} + \ldots + AÉd_{i_típusn} * AÉé_{tipusn}) / AÉd_{i_tipus1} + \ldots + Éd_{i_típusn}}$$

ahol:

$AÉ_i$= települési szintű érzékenység mutató i-edik település esetében

$AÉd_{i_tipus1=}$ egy adott típusba tartozó épületek települési darabszáma

$AÉé_{tipus1=}$ egy adott típusba tartozó épület érzékenységi pontszáma

Az így kapott érték alapján a települések a térképes megjelenítés során 5 osztályba sorolódnak. Az érzékenység vizsgálatok eredménytérképei 6.7 mellékletben találhatók.

2.5 A várható hatások értékelése

Az „egyedi" hatásmutatók számítása

A várható hatás mutatók az összetartozó kitettség és érzékenység mutatók együttes értékelésével állnak elő. Ennek során az összetartozó kitettség és érzékenység mutatók összeszorzására kerül sor, az alábbiak szerint:

$$\mathbf{H_i = É_i * K_i}$$

ahol:

$\mathbf{H_i}$=várható hatás az i-edik település esetében

$\mathbf{É_i}$=érzékenység az i-edik település esetében

$\mathbf{K_i}$=kitettség az i-edik település esetében

Mivel a három kitettségmutató mindegyike 8 változatban készült (időablak, forgatókönyv, modell), eztért összesen 24 hatásmutató állt elő. Szemléltetésképp a térképi mellékletben (5 osztályba sorolva)

a CNRM-CM5 modell, a 2021-2050 időablak és RCP4.5 forgatókönyv alapján előállított kitettség mutatók és a hozzájuk kapcsolódó érzékenység mutatók alapján számolt várható hatások szerepelnek (6.8 melléklet).

Aggregált hatás számítása

Az aggregált hatásmutató a három egyedi hatásmutató egyesítésével (jelen esetben összeadásával) állt elő. Mivel mindhárom egyedi hatásmutató 8 változatban készült, ezért összesen 8 aggregált hatásmutató állt elő. Szemléltetésképp a CNRM-CM5 modell, 2021-2050 időablak és RCP4.5 alapján előállított kitettségmutatók felhasználásával készült aggregált hatásmutató került térképezésre. Ezek öt osztályba sorolva jelennek meg a térképeken. (6.8 melléklet)

$$AH_i = H_{ics} + H_{szel} + H_{hom}$$

ahol:

AH_i= aggregált hatás az i-edik település esetében

H_{ics} =intenzív csapadékkal kapcsolatos hatásmutató az i-edik település esetében

H_{sze} = szélvésszel kapcsolatos hatásmutató az i-edik település esetében

H_h =hőmérsékleteséssel kapcsolatos hatásmutató az i-edik település esetében

Az aggregált hatásmutatót a további számításokhoz az alábbi képlet alapján normalizálni szükséges (0-1 skálán)

$$AH_{normi} = (AH_i - AH_{min}) / AH_{max} - H_{min})$$

ahol:

AH_{norm_i}= normalizált aggregált hatás az i-edik település esetében

AH_i = aggregált hatás az i-edik település esetében

AH_{min} = aggregált hatás legkisebb felvett értéke

AH_{max} = az aggregált hatás legnagyobb felvett értéke

2.6 Az alkalmazkodó-képesség indikátorai

A klímaváltozáshoz történő alkalmazkodás az IPCC definíciója szerint az a folyamat, melynek célja a klímaváltozás jelenlegi, vagy várható hatásainak kezelése. A célja elkerülni vagy minimalizálni a potenciális károkat és kihasználni a változásból fakadó potenciális lehetőségeket (IPCC, 2014).

Az épületállománnyal kapcsolatos települési alkalmazkodó képessége nagyban függ a lakók és tulajdonosok társadalmi-gazdasági helyzetétől, gondolkodásmódjától. Továbbá függ az önkormányzat gazdasági helyzetétől és tudatosságától, attól, hogy mennyire tartja fontosnak a régebbi épületek klímatudatos felújítását, segíti-e lakosságot a klímaváltozással kapcsolatos ismeretekkel és a tudatosságuk erősítésével. Az ingatlanok karbantartási gyakorisága, biztosítása szintén lényeges információ az épületekkel kapcsolatos alkalmazkodóképesség meghatározásakor, amely részben a lakók, az önkormányzat anyagi lehetőségeinek függvénye (emellett a tudatosság és a pályázat-abszorbciós képesség is jelentős tényező). Ehhez kapcsolódóan a karbantartás gyakorisága, a felújításra elérhető pályázati források, illetve a döntéshozatali folyamat nehézségei (pl. egy társasház közgyűlésének döntése a felújításról) szintén meghatározó szempontok.

A kiválasztott a magyarországi települések épületállománnyal kapcsolatos alkalmazkodó képességét mérő mutatók 4 fő témakör szerint kerültek elkülönítésre:

- tudás és tudatosság,
- társadalom,
- intézmények és önkormányzati tudatosság,
- gazdasági erőforrások.

Dimenzió	Mutató	Mutató módszertan	Forrás
Tudás, tudatosság (lakosság)	Egyetemi, főiskolai, egyéb oklevéllel rendelkező aránya, korrigálva a lakossági klímatudatossággal	Felsőfokú végzettséggel rendelkezők (fő)/25 évnél idősebb népesség Korrekció: a normalizált érték a lakosság klímatudatosságal korrigálásra került (1,1-es szorzó)	KSH Népszámlálás, 2011
Társadalom	65 év felettiek aránya a népességben	65-X népesség/teljes népesség	KSH Népszámlálás, 2011
	Regisztrált munkanélküliek aránya a népességben	Regisztrált munkanélküliek száma/teljes népesség száma	TeIR, 2016
Önkormányzati tudatosság	A klímaváltozás ITS-ben való megjelenése	A klímaváltozás megfelelően reprezentált: 1-es érték A klímaváltozás megjelenik, de nem kellő súllyal: 0,5 A klímaváltozás nem vagy csak érintőlegesen jelenik meg: 0	Települési ITS-ek
	Klímabarát Települések Szövetsége tagság	Igen: 1-es érték Nem 0 érték	Saját gyűjtés
	Komplex önkormányzati tudatosság	3 fokozat (éghajlatváltozás fontossága szerint) 1: Igen fontos 0,5: Fontos 0,5.Nem vagy kevésbé	A lakosság klímaváltozással kapcsolatos attitűdjének empirikus vizsgálata c. tanulmány 2015
Gazdasági erőforrások	Egy lakosra jutó jövedelem	Települési összes jövedelem/ lakónépesség száma	NAV, 2016
	Ingatlanár)	A település átlagos négyzetméterár (Ft/m^2	Ingatlannet
	Önkormányzati adóbevétel (csak az adatbázisba került, a számítások során nem került felhasználásra)	Önkormányzat saját adóbevétele/lakónépeség	MÁK, 2016

2. táblázat: alkalmazkodó képesség mutatói

Forrás: Saját szerkesztés

Tudás és tudatosság

A tudás és tudatosság kategóriában a 2011-es, 25 év feletti diplomások aránya népszámlálási adat bizonyult az elérhető adatok közül a legmegfelelőbbnek, hiszen feltételezzük, hogy azon térségekben nagyobb a hajlandóság a klímaváltozáshoz történő alkalmazkodásra, ahol magasabb képzettségű lakosság él. A mutató normalizált értéke súlyozásra kerül a lakossági klímaattitűd vizsgálatokkal.

Társadalom

A társadalom főcsoportba a 2011-es, 65 év feletti lakosság aránya mutató került, ugyanis az idősebb korú lakosság valószínűleg kisebb eséllyel hoz döntést lakóépülete korszerűsítése mellett, tehát kevésbé nyitott az újszerű, klímatudatos megoldások irányába. Szintén a társadalmi lehetőségeket mutatja a regisztrált munkanélküliek arány indikátor is.

Önkormányzati tudatosság

Az önkormányzati tudatosságának számszerűsítésére is kísérlet történt, amelyet egyrészt a vizsgált települések ITS-einek tartalmi értékelésével lehetett megfogni, úgy, hogy megjelenik-e a klímatudatosság a dokumentumban és milyen mélységben (csak említi, vagy egyértelmű célokat is megfogalmaz a klímaváltozáshoz történő alkalmazkodáshoz). E szerint kaphatott egy település 0, 0,5 vagy 1 pontot. Szintén előnyt jelentett a Klímabarát Települési Szövetség tagság. A tagként szereplő önkormányzatok magasabb pontértéket kaptak. Az önkormányzati klímaattitűd eredményei e témacsoportban önálló mutatóként jelennek meg. Ehhez a Magyar Természetvédők Szövetségének tanulmány szolgáltatta az alapot.

Gazdasági erőforrások

A gazdasági erőforrások témakörben az adathiány következtében végül két indikátor maradt. A 2016-os önkormányzati lakóházak összes felújításra fordított költsége és ugyanezen évre az önkormányzati saját adóbevételek nem voltak minden település esetében értékelhetők[3]. Az egy lakosra jutó jövedelem mutatószámát azért volt lényeges bevonni, mert például egy épületfelújítás költségeit a nagyobb jövedelemmel rendelkező lakosság nagyobb eséllyel viseli, mint az alacsonyabb jövedelemmel rendelkezők. Közvetve az ingatlanár is a jövedelmi helyzetre utal, illetve a térség

[3] Az önkormányzatok adóbevétele mutató az épületsérülékenységi adatbázisba bekerült.

épületeinek értékére, értékességére. A gazdasági erőforrások - szakértői döntés alapján - magasabb súlyszámot kapnak.

Aggregálás

Az egyedi alkalmazkodó képesség mutatók alapján aggregált alkalmazkodó képesség. Ehhez az egyedi mutatókat normalizálni kell (0-1 skálára, kivéve azokat, ahol eredetileg is 0-1 skála lett meghatározva Pl. ITS). Az aggregált alkalmazkodó képesség mutatót szintén normalizálni kell a sérülékenység mutató számításhoz.

$$AAK_i = a*AK1_i + \ldots + m*AKn_i$$

AAK_i = aggregált alkalmazkodó képesség az i-edik település esetében

$AK1_i$-AKn_i= alap alkalmazkodó-képesség mutatók az i-edik településen

a…m =súlyszámok (ammennyiben a tényezők súlyozására kerül sor)

$$AAK_{normi} = (AAK_i - AAK_{min})/(AAK_{max} - AAK_{min})$$

AAK_{norm_i}= normalizált aggregált alkalmazkodó képesség az i-edik település esetében

AAK_i = aggregált alkalmazkodó képesség az i-edik település esetében

AAK_{max} = aggregált alkalmazkodó képesség maximális értéke

AAK_{min} = aggregált alkalmazkodó képesség minimális értéke

Végül a következő lépésben megvalósuló sérülékenység számításhoz a normalizált AAK inverz értékével kell számolni. A legkisebb (0) AKK_{norm} veszi fel a legnagyobb értéket (1), a legnagyobb (1) AAK_{norm}, pedig a legkisebbet (0). Minél kisebb az alkalmazkodó képesség, annál jobban járul hozzá a sérülékenység érték növeléséhez. Az alkalmazkodó képesség térképei a 6.9 mellékletben találhatók.

2.7 A sérülékenység számítása

A sérülékenység számítás során egy adott település sérülékenysége a települési várható hatás és aggregált alkalmazkodó képesség mutató szorzatának eredménye.

$$S_i = AH_{norm_i} * AAK_{norm_i}$$

S_i = sérülékenység az adott település esetében

AH_{norm_i} = normalizált aggregált hatás az i-edik település esetében

AAK_{norm_i} = normalizált (inverz) aggregált alkalmazkodó-képesség az i-edik település esetében

Az így kapott értékeket célszerű új normalizálni:

$$S_{norm_i} = (S_i - S_{min})/(S_{max-Smin})$$

ahol:

S_{norm_i} = normalizált sérülékenység az i-edik település esetében

S_i = sérülékenység az i-edik település esetében

S_{min} = a sérülékenység legkisebb felvett értéke

S_{max} = a sérülékenység legnagyobb felvett értéke

A sérülékenység számítása is nyolc változatban történik. Szemléltetésképp a CNRM-CM5 modell, 2021-2050 időablak és RCP4.5 alapján előállított kitettségmutatók felhasználásával készült sérülékenységmutató került térképezésre. Az eredménytérképet a 6.10 melléklet tartalmazza.

2.8 A sérülékenységi adatbázis alkalmazási lehetőségei

A bemutatott módszertan alapján elkészülő éghajlatváltozási sérülékenység-elemzés eredményei mind országos és térségi, mindpedig a települési szinten segíthetik az éghajlatváltozási alkalmazkodással kapcsolatos döntéseket, valamint az adaptációs célok területi- és települési tervekbe történő beépítését. A sérülékenység elemzés eredményeinek alkalmazása során nemcsak az aggregált „csúcsmutató" (sérülékenység mutató), hanem a részeredmények, illetve azok különböző kombinációi is hasznos információval szolgálhatnak. A kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodó-képesség alapértékek felhasználásával különböző területtípusok is definiálhatók, amelyek hasonló beavatkozásokat igényelnek.

2.9 Ajánlások megfogalmazása az érzékenység csökkentésére és az alkalmazkodó képeség növelésére

Jelen módszertanban az épületek érzékenységének becslése előre meghatározott épülethatároló épületszerkezetek alapján történik, az érzékenységgel összefüggésben néhány változás az éghajlat

általános jellemzőivel (hőmérséklet, csapadék, szél) kapcsolatban már korábbi fejezetekben tárgyalásra került. Ezen jellemzők változása (pl. szélnyomás növekedése, özönvízszerű esőzések gyakorisága) különböző károkat okozhat az épületekben, melyre körültekintő tervezéssel, megelőzéssel felkészíthetjük épületeinket, hogy azok érzékenysége kisebb legyen a hatásokkal szemben.

A módszertani keretek jelen fázisban nem adnak lehetőséget az adott épülettípus épületszerkezetinek egyedi megváltoztatására (pl. egy tulajdonos által elvégzett egyedi felújítás, vagy szerkezetcsere esetén), ehhez egy módszertani továbbfejlesztés során alkategóriák létrehozása szükséges. Ha az alkategóriák bevezetésre kerülnek, akkor a felújítás érzékenység-csökkentő hatása lekérdezhető, megjeleníthető lesz a rendszer által az épületnek adott pontszámban.

A következőkben a módszertan által meghatározott szerkezeti rendszereken végighaladva olyan épületszerkezeti – építészeti javaslatok kerülnek ismertetésre, melyekkel főként új épületek építése, vagy meglévő épületek felújítása esetén csökkenthető az épületek érzékenysége. Fontos azonban megjegyezni, hogy a fent említett hatások (hőmérséklet, csapadék, szél) szinte minden esetben együttesen lépnek fel, nem önmagukban jelentkeznek, így egymás hatásait fokozzák, növelik az épület érzékenységét; valamint a hatások több épületszerkezetet is károsíthatnak, például a szél nyomó-, illetve szívó hatásának növekedése a tetőket, szerelt homlokzatburkolatokat, nyílászárókat és azok társított szerkezeteit is veszélyeztetik.

Új épületek építése / meglévő épületek felújítása esetén szinte minden alkalmazott építési termék esetén alkalmazástechnikai útmutatók fogalmaznak meg iránymutatásokat az adott termék beépítésére vonatkozólag. Minden termék esetén javasolt ezen útmutató előírásainak betartása, esetleg a biztonság javára történő felülbírálása.

Tekintve, hogy következőkben szerkezeti elemenként részletezett a beavatkozások szinte minden esetlen a lakók által véghez vitt, egyéni szintű változtatások, így az önkormányzatnak a lakók edukálásában, szemléletformálásában, a klímaváltozással kapcsolatos érzékenyítésben játszik meghatározó szerepet, melybe hasznos, ha bevonja a település környezetében működő vállalkozásokat, szakmai kamarákat is. Az oktatáson és szemléletformáláson túl az épületek érzékenységének csökkentésében az önkormányzat szerepe megmutatkozhat többek között a helyi építési szabályzatok és szabályozási tervek, a települési vízgazdálkodási terv, illetve a zöldinfrastruktúra akciótervek (ZIFFA) klímatudatos (változások hatásait is szem előtt tartó) kialakításában. Továbbá az önkormányzatok a városrehabilitációs - multiplikátor hatást eredményező - beavatkozásai során is jelentősen hozzájárulhatnak a magántulajdonú ingatlanok megújulásához, értéknövekedéséhez. Fontos, hogy ezeknél a beavatkozásoknál az éghajlatváltozási mértéke és jellege is figyelembevételre kerüljön.

Tetőszerkezet

Lapostetők esetén javasolható leterhelt lapostetők alkalmazása, mely szerkezeti kialakítás esetén a leterhelő kavicsréteg egyrészt védi a csapadékvíz elleni lemezszigetelést a hirtelen hőmérsékletváltozás, és az UV-sugárzás káros hatásaitól, így kisebb lesz a szerkezet felmelegedése, valamint védelmet nyújt a szél szívóhatása ellen is (nem olyan könnyen felszakítható a lemezszigetelés).

A csapadékmennyiség szezonális átrendeződése miatt várható, hogy télen több csapadék hullik majd, és amennyiben ez hó formájában érkezik, úgy megnövekedett terhelést jelenthet a magastetőknek és lapostetőknek egyaránt. Amennyiben ez a megnövekedett téli csapadékmennyiség tartósan fennáll, javasolható a méretezési szabványok felülvizsgálata, nagyobb terhelési értékek használata.

A hirtelen lezúduló csapadék ellen nagyobb biztonságot nyújthatnak a jelenleg járatosnál nagyobb keresztmetszetű eresz-, és lefolyócsatornák.

Nagyobb viharok esetén a szélnyomás több cm magasságban képes visszatorlasztani az építőelemek illesztési hézagaiban (pl. tetőcserepek) a lefolyó csapadékvizet, az így felgyülemlő víz mértékadó magassága az ún. vízküszöb. Korábban tapasztalati úton megállapították, hogy Magyarországon adódhat olyan irányú és értékű szélnyomás, mely a függőleges felületen egymásra takaró elemek közötti hézagban akár 5 cm magasságig is visszatorlaszthatja a vizet. Amennyiben a viharokkal érkező szélnyomás, vagy a csapadék intenzitása hosszú távon fokozódik, javasolható a vízküszöb mértéken felülvizsgálata.

Mind lapostetők, mind magastetők esetén kiemelt figyelmet kell fordítani a jellemzően bádogos szerkezetekkel megoldott szegélyezések (falszegély, oromszegély stb.) elkészítésére, a szerkezetek rögzítésére. Javasolható a mechanikai rögzítések sűrítése, illetve szüksége esetén a hőtágulást nagyobb mértékben megengedő mozgó kapcsolatok kialakítása.

Kiselemes tetőfedések esetén javasolt a tetőfedő elemek mechanikai rögzítése (pl. szeggel, csavarral vagy viharkapoccsal) a tetőlécezéshez, bár azt az alkalmazástechnikai útmutatók csak bizonyos tetőhajlásszög felett írják elő (jellemzően 45° felett).

Falszerkezet

A hirtelen hőmérsékletváltozás hozzájárul az anyagok idő előtti öregedéséhez, szélsőséges esetben folytonosságának megváltozáshoz, így javasolható olyan szerkezeti-, és burkoló építőanyagok használata, melyek nagy hőtehetelenségük révén nem érzékenyek a hirtelen hőmérsékletváltozásra.

A különböző, egymás mellé épített anyagok hőtágulási együtthatója vizsgálandó a jó együttdolgozás, illetve a hőtágulás okozta repedések elkerülése érdekében (ez érvényes a többi szerkezetre is).

Az anyagok csatlakoztatásánál a tömítések különös gonddal kell, hogy elkészüljenek, javasolt rugalmas, UV-re kevésbé érzékeny anyagok alkalmazása. Hőszigetelő táblák rögzítésénél (pl. utólagos hőszigetelés esetén) javasolt a ragasztásos rögzítésen túl mechanikai rögzítőelemek (dübelek használata). A nagy mennyiségű lezúduló víz a lábazatban és a pincében is kárt tud tenni, bizonyos domborzati és geotechnikai helyzetekben javasolt az épület drénrendszerrel való ellátása, valamint a települési vízgazdálkodási tervek aktualizálása, figyelembe véve az éghajlatváltozási szempontokat.

Alépítmények

A szélsőséges csapadékesemények, pl. a városokban előforduló pluviális árvizekkel szembeni védekezés formája lehet épület szinten a körültekintő talajban lévő nedvesség elleni szigetelések kialakítása, valamint a városi csatornahálózatok kapacitásnak növelése.

Kapcsolódó kiegészítő szerkezetek

A fő szerkezeti elemekhez (fal, tető, nyílászáró) kapcsolódó egyéb szerkezetek, pl. redőny, napvitorla, gépészeti berendezések (klíma kültéri egység, napkollektor) figyelni kell a szerkezetek megfelelő rögzítésére, hogy azokban a viharos erejű szél ne tehessen kárt.

Új épületek létesítése

Új épületek tervezése esetén javasolt szem előtt tartani a környezet/energiatudatos tervezési elveket (pl. kompakt épülettömeg), kevés „hűtőborda-jellegű" elem alkalmazása (pl. erkélyek, előtetők), melyekkel egyrészt csökkenthető az épületek energiaigénye, másrészt az éghajlati elemekkel szemben annál érzékenyebb lehet egy épület, minél nagyobb a burkoló felülete, illetve minél több kiálló épületszerkezettel rendelkezik. A fent részletezett műszaki megoldásokra új épület esetén is figyelni kell, kiemelten a ma már kötelező, egyre vastagodó hőszigetelés rögzítése esetén.

Új épületek létesítésével kapcsolatban az önkormányzat a Helyi Építési Szabályzatban rögzíthet olyan geometriai (párkánymagasság, gerincmagasság), vagy anyaghasználatra (pl. homlokzaton) vonatkozó követelményeket, amelyek betartásával csökkenthető az épületek klímaváltozás hatásaival szembeni érzékenysége.

Az épületállomány érzékenységének csökkentése az épület környezetének fejlesztésével

Az épületérzékenységet befolyásolja annak környezete is. A környezeten érthetjük az épületcsoport elhelyezkedését a geomorfológiai környezetben, a településen belül, az épületet körülvevő egyéb építményeket, de ide sorolható az épületek körüli zöldfelületek jelenléte, a felszíni és felszín alatti vizek

kezelése is. Ezek mindegyike módosíthatja a kitettséget, olykor egy településen belül nagyobb eltérést eredményezve, mint ami az ország különböző tájegységei között tapasztalható. Az épülettel szerkezeti kapcsolatban álló zöldfelületek (tetőkert, zöld homlokzat) ugyanakkor megváltoztathatják (mérsékelik) az épületek klímahatásokkal szembeni érzékenységét is.

A fenti tényezők közül az épületek szempontjából utólag is módosítható a **zöldfelületi ellátottság**, a **csapadékvíz-gazdálkodás**, illetve bizonyos esetekben a környező területek beépítettsége is. A beépítés térbeli kereteit, és ezzel a városi klímából következő sajátos kitettségi mutatókat azonban hosszú távra meghatározzák a településrendezési eszközök, ezért a klímatudatos építésügy a **klímatudatos településtervezés**nél kezdődik.

A településtervezés alapvetően meghatározza, hogy az épületek a település mely részein, milyen sűrűségben, milyen tömegarányban helyezhetők el. Ha egy település változatos domborzati és vízrajzi adottságokkal rendelkezik, az épületek vízfelületektől való távolsága, a beépített terület földrajzi kitettsége, a gerincvonalhoz vagy mélyvonalhoz közeli beépítésből következő különbségek változatos éghajlati kitettséget eredményeznek. Szintén a településrendezési előírásokból következik kitettség épületek közötti térbeli kapcsolatból következő eltérése (szélcsatorna, vagy ellenkezőleg, az átszellőzés hiánya, a benapozottság, a besugárzás-módosító felületek aránya, a hősziget hatás stb.).

Az épületek zöldfelületi környezete is nagymértékben módosíthatja a lokális kitettséget, illetve az alkalmazkodó-képességet. A zöldfelületek a következőkben felsorolt hatásokon keresztül hatnak kedvezően a mikro-, mezo- illetve városi klímára és a levegőminőségre:

- a hőmérséklet csökkentése a besugárzás elnyelésével és visszaverésével, párologtatással, a burkolt felületek arányának csökkentésével;
- a levegő páratartalmának növelése párologtatással, a környezeti hőmérséklet mérséklésével, vízvisszatartással;
- a besugárzás csökkentése az árnyékoló hatás által;
- szélsebesség mérséklése az áramlási sebesség csökkentésével;
- CO_2 lekötése;
- O_2 termelés
- agresszív légszennyező anyagok közömbösítése (levélfelületi reakciók)
- ülepedő és szálló por csökkentése (az aktív levélfelület légszűrő működése).

A lokális kitettségi mutatókat befolyásolja a **burkolt felületek aránya** is az épületek körül. Ez a hősziget hatás növelése mellett kedvezőtlenül hat a csapadékvíz elvezetésre és talajba történő beszivárgására, ugyanakkor a háromszintű növényzet telepítésének lehetőségét is jelentősen csökkenti.

A fentiek értelmében tehát a műszaki jellemzők módosítása mellett az alkalmazkodóképesség növelhető:

- klímatudatos településrendezéssel;
- a zöldinfrastruktúra fejlesztésével, ami történhet az épülettel szerkezeti kapcsolatban álló vagy attól szerkezeti szempontból független zöldfelületi elemekkel;
- ésszerű csapadékvíz-gazdálkodással;
- a burkolt felületek arányának csökkentésével.

3 ESETTANULMÁNY AZ ÉPÜLETÁLLOMÁNNYAL KAPCSOLATOS SÉRÜLÉKENYSÉG ELEMZÉS TELEPÜLÉSI VIZSGÁLATÁRA

3.1 Az esettanulmány terület kiválasztásának szempontjai

Az esettanulmány egy választott településen vezeti végig a korábbiakban ismertetett módszertan szerint a települési épületállomány-sérülékenységgel kapcsolatos számításokat. A számítás módszertana, a megvalósítás lépései az önkormányzat részére is bemutatásra kerülnek, ezáltal a potenciális felhasználó visszajelzései épülhetnek be a metodikába és a metodika alapján készülő informatikai alkalmazásba.

A település kiválasztását az alábbi három szempont határozta meg:

- az épületállomány változatossága
- a kitettség mutatók viszonylag kedvezőtlen változása
- az önkormányzat klímaváltozás témaköre iránti elkötelezettsége

A fentiek alapján a választás a XI. kerületre esett, ahol ország egyik legváltozatosabb, legsokszínűbb épületállománya található. Emellett az önkormányzat elkötelezett a klímapolitikai beavatkozások terén, tagja a Klímabarát Települések Szövetségének.

3.2 A sérülékenység-elemzés megvalósítása

A XI. kerület kitettségi viszonyai

A kerületben az intenzív csapadékeseményekkel kapcsolatos mutató valamennyi változat szerint kedvezőtlen irányba mozdul el. A szél- és a hőmérséklettel kapcsolatos mutatók vonatkozásában - bizonyos forgatókönyvek szerint - kedvező változások is valószínűsíthetők. Az egyes kitettség mutatók kerületi értékeit a 3. táblázat mutatja.

Modell, forgatókönyv, időszak	30 mm-t meghaladó csapadékú napok éves átlagos számának változása	Szélvészekkel (85 km/h-t meghaladó szélsebesség) érintett napok éves átlagos számának változása	Hirtelen hőmérsékleteséssel (10 °C 3 óra) érintett napok éves átlagos számának változása
RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	0,23	0,02	0,54
RCA-C, RCP4.5, 2071-2100	0,15	0,11	1
RCA-C, RCP8.5, 2021-2050	0,50	0,14	0,47
RCA-C, RCP8.5, 2071-2100	0,50	0,00	0,79
RCA-E, RCP4.5, 2021-2050	0,18	0,05	-0,19
RCA-E, RCP4.5, 2071-2100	0,42	0,03	0,27
RCA-E, RCP8.5, 2021-2050	0,30	-0,01	0,19
RCA-E, RCP5.5, 2071-2100	0,77	-0,03	0,41

3. táblázat: kitettség mutatók alakulása a XI. kerület esetében

Forrás: saját szerkesztés a NATéR adatbázisa alapján

A XI. kerület épületállománya és épületállománnyal kapcsolatos érzékenysége

A kerületben szinte valamennyi - a 7. ábrában bemutatott - épülettípus megtalálható (a 17 típusból mindössze 1 nem jelenik meg). Az épületállománnyal kapcsolatos települési érzékenység a leírt módszertan szerint számolható, azaz az egyes épülettípusok kerületi darabszáma és érzékenységi pontszáma összeszorzásra kerül, majd a szorzatok eredményei összeadódnak. Végül a szumma értéket el kell osztani a kerületi összes épületszámmal. A fenti műveletek kerületi értékeit a 4. táblázat mutatja. A táblázatból látható, hogy a települési épületérzékenységi értékek minden esetben meghaladják az országos átlagokat.

Épülettípusok és darabszámuk		Épületérzékenység			Települési érzékenység		
Épülettípus	Típushoz tartozó darabszám	Csapadék	Szél	Hőmérséklet	Csapadék	Szél	Hőmérséklet
1	5	26,0	16,9	2,6	130	84,5	13
2	2	19,2	20,4	4,8	38,4	40,8	9,6
3	466	17,6	18,7	4,4	8201,6	8714,2	2050,4
4	1 683	16,9	19,5	5,2	28442,7	32818,5	8751,6
5	2 198	15,6	20,4	4,8	34288,8	44839,2	10550,4
6	739	17,6	18,7	6,6	13006,4	13819,3	4877,4
7	718	18,0	23,0	7,0	12924	16514	5026
8	1 052	22,1	22,1	7,8	23249,2	23249,2	8205,6
9	849	21,6	19,2	7,2	18338,4	16300,8	6112,8
10	319	18,7	18,7	6,6	5965,3	5965,3	2105,4
11	270	27,0	16,0	7,0	7290	4320	1890
12	115	22,1	28,7	7,8	2541,5	3303,95	897
13	2	27,0	20,8	7,0	54	41,6	14
14	4	23,0	12,7	8,1	92	50,6	32,2
15	0	23,0	19,4	8,1	0	0	0
16	124	26,4	21,6	13,2	3273,6	2678,4	1636,8
17	253	26,4	28,1	13,2	6679,2	7104,24	3339,6
Összesen: 8799 épület		**Települési érzékenység eredményei (szorzatok összeadása, majd összes épületszámmal történő osztása)**			18,7	20,4	6,3
				Országos átlag	**18,1**	**19,9**	**5,3**

4. táblázat: érzékenység mutatók alakulása a XI. kerület esetében

Forrás: saját szerkesztés a KSH adatbázisa és az LTK épületérzékenységi besorolása alapján

Várható hatások

A várható hatások az összetartozó kitettség és érzékenység mutatók összeszorzásával állnak elő. Mivel mindhárom kitettség mutató 8 féle változatban állt elő, ezért összesen 24 féle hatásmutató került kiszámításra. Ezek összeadásával állt elő az aggregált hatásmutató. A kerületi mutatók értéke a 8 kitettségváltozat alapján készülő aggregált mutatók közül 3 esetben magasabb az országos átlagnál.

Hatások/kitettség változatok	RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	RCA-C, RCP4.5, 2021-2050	RCA-C, RCP4.5, 2021-2050
Várható hatás csapadék	4,21	2,82	9,41	9,43	3,37	7,78	5,64	14,37
Várható hatás szél	0,39	2,34	2,91	0,04	0,93	0,70	-0,11	-0,62
Várható hatás hőmérséklet	3,42	6,32	2,95	4,98	-1,18	1,72	1,18	2,62
Aggregált hatás	8,02	11,47	15,27	14,45	3,13	10,20	6,70	16,36
Normalizált aggregált hatás	0,52	0,29	0,50	0,33	0,12	0,33	0,51	0,28
Normalizált aggregált hatás (országos átlagok)	0,27	0,37	0,49	0,44	0,29	0,43	0,34	0,42

5. táblázat: hatásmutatók a XI. kerület esetében

Forrás: saját szerkesztés

Alkalmazkodó-képesség és sérülékenység

Az alkalmazkodó-képesség estében a mutatókat normalizált értékei alapján állt elő az aggregált hatásmutató, majd annak normalizált és inverz értéke. A kerület alkalmazkodó-képesség értékei jelentősen kedvezőbbek az országos átlagnál.

Mutató	Normalizált érték
Klímaváltozás megjelenése az ITS-ben	1
Önkormányzati tudatosság (megyei adatból visszabontva)	1
Klímabarát Települések Szövetsége tagság	1
Idős népességgel kapcsolatos AK (normalizált)	0,74
Munkanélküliekkel kapcsolatos AK (normalizált)	0,08
Jövedelemmel kapcsolatos AK (normalizált)	0,62
Ingatlanárral kapcsolatos AK (normalizált)	0,62
Lakossági attitűddel korrigált felsőfokú végzettséggel kapcsolatos AK (normalizált)	0,74
Aggregált AK normalizált	0,82
Inverz aggregált AK	0,18

6. táblázat: alkalmazkodó-képesség normalizált mutatói a XI. kerületben

Forrás: saját szerkesztés és számítás a KSH adatok alapján

A sérülékenység az aggregált normalizált (inverz) alkalmazkodó-képesség és az aggregált várható hatás szorzataként számolódott. A kerületi sérülékenység értékek – a kedvező alkalmazkodó képességi mutatóknak köszönhetően – alacsonyabbak, mint az országos változó.

Változatok	Sérülékenység értékek a XI. kerületben	Sérülékenység országos átlagai
rca_c_rcp45_diff_ref_2021_2050	0,10	0,17
rca_c_rcp45_diff_ref_2071_2100	0,05	0,25
rca_c_rcp85_diff_ref_2021_2050	0,09	0,32
rca_c_rcp85_diff_ref_2071_2100	0,06	0,29
rca_e_rcp45_diff_ref_2021_2050	0,02	0,20
rca_e_rcp45_diff_ref_2071_2100	0,06	0,29
rca_e_rcp85_diff_ref_2021_2050	0,09	0,22
rca_e_rcp85_diff_ref_2071_2100	0,05	0,28

7. táblázat: a kerületi sérülékenység mutatók

Forrás: Saját szerkesztés

Az önkormányzati konzultáció eredményinek összefoglalása

Újbuda Önkormányzata részére bemutatásra került a NATéR lakóépületállomány érzékenységét becslő módszertan és annak országos és kerületi eredményei. Ezt követően Rimóczi Imre kabinetvezető-helyettes és a Polgármesteri Hivatal munkatársai ismertették észrevételeiket, javaslataikat.

Az előadást követő kerületé észrevételek javaslatok az alábbiak:

- A települési szintű éghajlatváltozási (kitettség) mutatók közül a közeljövőre (2021-2050) vonatkozók adatok értékesek az önkormányzat számára.
- Az épített környezet (ezen belül épületek) érzékenységi vizsgálatát célszerű lenne tömb szinten elvégezni.
- A tömb szintű vizsgálatnál az épületet és környezetét együtt érdemes vizsgálni. Pl. a lakótelepek között nagy a különbség a zöldfelület ellátottság vonatkozásában. Ez jelentősen módosítja az érzékenységet. Szintén ilyen a beépítési mód (zártsorú, szabadonálló), a burkolt felületek aránya stb.
- Az épületek érzékenységi vizsgálatát és a hőségnapok hatásait komplexen javasolt elemezni. Gyakran ugyanazok az alkalmazkodási lehetőségek (pl. zöldinfrastruktúra hálózat) a kétféle érzékenység kezelésére.
- Önkormányzati épületek (pl. óvoda, idősek otthona) érzékenységének vizsgálta is hasznos lenne.

- A közterületek (utcák, terek) érzékenységét is célszerű lenne külön vizsgálni. Ennek során komplexen kell értékelni a közterületek fizikai érzékenységét (műszaki infrastruktúrában bekövetkező károk), használhatóságát (pl. közlekedés) érintő hatásokat és a közterületeken tartózkodó emberek és hőhullámok témakört.
- A tömb és közterület szintű komplex vizsgálatokat első lépésben célszerű lenne egy mintatelepülés (pl. XI. kerület) esetében vizsgálni. A XI. kerület igen változatos épületállománnyal és területhasználattal rendelkezik: megtalálható benne lakótelep, kertváros, sűrűn beépített belváros (körülépített udvaros, csatlakozó udvaros, keretes beépítés) stb.

A fenti javaslatok jelentős részben megegyeznek a továbbfejlesztési javaslatok fejezetben szereplő ajánlásokkal, javaslatokkal.

Résztvevők:

Rimóczi Imre kabinetvezető-helyettes Újbuda Önkormányzata

Horkai András építésügyi szakértő, Lechner Tudásközpont Térbeli Szolgáltatások Igazgatósága

Schneller Krisztián vezető térségi tervező, Lechner Tudásközpont Térbeli Szolgáltatások Igazgatósága Térségi Tervezési Osztály

4 JAVASLATOK A MÓDSZERTAN TOVÁBBFEJLESZTÉSÉRE

A *„Javaslat az éghajlatváltozási sérülékenység elemzés városi- és városrészintű elemzésére”* című urbanisztikai diplomadolgozatban javaslat született a városrészi (alapvetően tömbszintű) klímasérülékenység elemzésre. Ennek részeként a heves esőzések és szélvészekkel kapcsolatos tömbszintű érzékenyértékelésre is történt ajánlás. A javaslat megvalósításához az adatbázisok egy része szabadon rendelkezésre áll (pl. Copernicus program térképi rétegei), de viszonylag kevés alapmutató állítható elő térítésmentes hozzáférhető adatokból. A heves esőzésekkel szembeni tömbszintű érzékenység vizsgálatnál a tömb területén elhelyezkedő épületek jellemzői (falazat, magasság, építési év) mellett a tömb elhelyezkedését (pl. vizek összegyülekezéséhez viszonyított helyzet) zöldfelületi rendszer tulajdonságait (arány a tömb területének százalékában, fás zöldfelület arány stb.), illetve a csapadék- és szennyvízelvezetés jellemzőit is értékelni kell. Az érzékenységi pontozás és a felhasznált adatbázisok forrásai ismertetésre kerültek a fent említett szakdolgozatban. Szélvészekkel szembeni tömbszintű értékelés esetében számos a tömbszintű elemzéshez szükséges adatkör hiányzik, itt inkább a javaslatra került a fókusz. A 3D épületmodellek (LOD2[4]) szintig lehetőséget biztosítanának a szél áramlási viszonyainak feltárására, szélcsatornák azonosításra, az épületek áramlásokat módosító hatásainak feltárását. Mind a csapadék, mind a szelekkel szembeni tömbszintű érzékenység vizsgálatánál a felújításokkal kapcsolatos információk beépítésében elsősorban helyi szint adatszolgáltatása jöhet szóba. (Schneller K., 2018)

A szakdolgozatban foglalt javaslat kiindulási alap lehet az épületállománnyal kapcsolatos sérülékenység-elemzések továbbfejlesztésénél. Jelen munkában a fent ismertettet szempontok mellett még további szempontok azonosítására is sor került. Egységes szerkezetben a módszertan továbbfejlesztésére a következő javaslat született.

Javaslatok a továbbfejlesztésre

A nagyléptékű vizsgálatok természetes módon egyszerűsítésekkel járnak. Az épületállomány típusainak meghatározásakor a peremfeltételeket a KSH-ból igényelhető adathalmaz nyújtotta, az érzékenységi vizsgálatok a bemeneti adatként kapott, háromféle meteorológiai hatásra lettek elvégezve.

[4] LOD (Level of Attributes), a 3D épületmodellezés azon szintje, ahol a falak és tetők egyszerűsített textúrájú ábrázolása történik.

A bottom-up módszertan alapját az épületek egyedi érzékenységének meghatározása adja, melyből később az adott településen található épület darabszámok felhasználásával települési-szintű érzékenység számítható.

Az épületkategória, mint vizsgálati lépték miatt tehát az épületek közvetlen környezete és elhelyezkedése nem lett figyelembe véve: így például a domborzat, a beépítési viszonyok, zöld infrastruktúra (növényzet az épületek körül), mint igen fontos körülmények, nem szerepelnek a vizsgálatokban, de ezek későbbi bevitele a rendszerbe javasolható az eredmények finomítására.

A terepviszonyok, illetve az épület domborzaton való elhelyezkedése (síkvidék, völgy-helyzet, domboldal, hegytető stb.) befolyásolja a különböző hatások előfordulását (pl. hegyről lezúduló csapadék, árvíz, különösen nagy széllökések). A terepviszonyok mellett a talaj-, és talajvízviszonyok is befolyásolják az épületek különböző hatásokkal szemben tanúsított ellenálló képességét (pl. löszös talaj veszélyei, csapadékos időben megnövekedett talajvíz), így ezeket is érdemes figyelembe venni az érzékenység finomításánál.

Egy adott épület közvetlen beépítési környezete – beépítési mód (zártsorú, szabadonálló, lakótelepi) és sűrűség, környező tereptárgyak – is befolyásolja a hatásokkal szembeni érzékenységet, pl. szélnek kitettebb egy épület egy lakótelep szélén, mint a belső részeken. A közvetlen szomszédság és zöld infrastruktúra szerepe kimutatható az UV sugárzásnak kitett felületek nagyságában és a felületet ért sugárzás időtartamában is. Ismert tény, hogy az építőanyagok öregedését az UV sugárzás gyorsítja. Javasolható a beépítési környezet ily módon való figyelembevétele.

Az épület(ek) és beépítési környezet (beépítési mód, zöldfelületi jellemzik, burkolt felületek) jellemzőinek együttes vizsgálatához legcélszerűbb a tömböt, mint vizsgálat egységet alkalmazni.

A tömbszintű vizsgálatok esetében az épületérzékenységet a hőségnapok emberi egészségre és jólétre gyakorolt hatásaival együttesen javasolt vizsgálni (mindkét esetben a zöldinfrastruktúra alkalmazása, mint alkalmazkodási lehetőség). A tömbök mellett célszerű a közterületeket is vizsgálni, majd komplex, alulról (tömbök és közterületek jellemzőiből) építkező városi mutatókat előállítani.

Visszatérve az épületekhez szintén árnyalhatja az érzékenységi értékeket egy adott épület felújítottsága, felújítottsági foka. Jelen módszertanban az „életkor-tényező” csupán az épület általános öregedését veszi figyelembe, felújítások nélkül. Ugyanakkor az épületek kis-, illetve nagymértékű felújítása esetén az érzékenysége is lényeges megváltozhat. Felújítási adatok ismeretében javasolható, hogy az egyes szerkezettípusokhoz „felújított” változatú altípusok is készüljenek, hogy ezen szerkezetek érzékenysége külön vizsgálható legyen.

Továbbá a jelen tanulmány nem számol az épületek lecserélődésének mértékével (ideális gazdasági körülmények között évente ~ 1,5%), mely az előrejelzett 30 évvel későbbi vizsgálati periódusig lényeges megváltoztathatja a most meglévő épületállomány összetételét.

Az alábbi táblázatban a fent leírt továbbfejlesztési szempontok módszertanba való integrálásához létrehozandó-felmérendő adatbázis-fejlesztési paramétereket foglalja össze (néhány esetben a javasolt adatbázis is megtalálható):

Továbbfejlesztési szempont	Vizsgálandó paraméter / Szükséges adatbázis	Módszertanba való integrálás	Az adott meteorológiai hatás szempontból bekövetkező változás
terepviszonyok	Domborzaton való elhelyezkedés, ártéri veszélyeztetettség, földrajzi alapú hozzárendelése az egyes épületkategóriákhoz. Magyarország domborzati ás árvíz viszonyainak adatbázisa. *Számításba vehető adatbázis:* • Országos Árvízi Kockázatkezelési Terv, • Belügyminisztérium HydroDEM domborzatmodellje	Épületek közvetlen környezetének terepviszonyaira jellemző besorolási kategóriák létrehozása: dombtető, domboldal, völgyhelyzet, ártér. Az épülettípusokhoz az elhelyezkedéstől függő növelő tényező alkalmazása az érzékenységre.	Hőmérséklet: - Csapadék: völgyhelyzet és ártéri helyzet esetén megnövelt érzékenység. Szél: dombtető esetén megnövelt érzékenység.
talaj-, és talajvízviszonyok	Geotechnikai tulajdonságok hozzárendelése az egyes épületkategóriákhoz. *Számításba vehető adatbázis:* • Magyarország geotechnikai viszonyainak adatbázisa. (pl.: Magyarország Nemzeti Atlasza)	Épületek közvetlen környezetének talaj-, és talajvízviszonyaira jellemző besorolási kategóriák létrehozása, pl.: talajvízveszély, belvízveszély, löszös talaj, agyagtalaj stb. Az talaj-, és talajvízviszonyaira jellemző növelő tényező alkalmazása az érzékenységre.	Hőmérséklet: - Csapadék: talajvíz-, és belvízveszélyes területen, valamint hirtelen lezúduló víztömegre érzékeny talajviszonyok esetén érzékenység. Szél: -

beépítési környezet	Beépítési mód és közvetlen környezetben lévő zöld infrastruktúra hozzárendelése az egyes épületkategóriákhoz. *Számításba vehető adatbázis:* • Copernicus Land Monitoring program eredménytérképei, távérzéket felvételek alapján normalizált vegetációs index számítása) A települések/tömbök beépítési viszonyainak, zöld infrastruktúrájának adatbázisa. *Számításba vehető adatbázis:* Településszerkezeti és szabályozási tervek, jelenleg ezek egy része vektorosan elérhető a Lechner NKft. által működtetett Építésügyi Moinitoring Rendszerben (ÉMO), teljeskörű elérhetőség 2019 közepétől várható az Lechner NKft. Területi- és Települési Tervezést Támogató informatikai alkalmazásában.	Épületek közvetlen környezetének beépítésére és növényzetére jellemző besorolási kategóriák létrehozása	A közvetlen környezet árnyékoló hatása egy közvetett hatás, mely a lenti kategóriák közül mindhármat érinti, de kiemelten a jelenleg nem vizsgált UV-sugárzást. Hőmérséklet: sűrű beépítés és magas növényzettel való takartság esetén csökkentő tényező. Csapadék: beépítési viszonyoktól és növényzettel való takarosságtól függő csökkentett/növelt érzékenység. Szél: beépítési sűrűség növekedésével a hirtelen széllökések hatása csökken, sűrűn beépített környezetben viszont nőhet a turbulencia hatása, ezzel párhuzamosan magas növényzettel való takartság esetén a lehetséges károkat fokozza a növényzet. ➔ Beépítési viszonyoktól és növényzettel való takartságtól függő csökkentett/növelt érzékenység.
felújítottság	Felújítási forgatókönyvek hozzárendelése az egyes épületkategóriákhoz. *Számításba vehető adatbázis:* Nem áll rendelkezésre adatbázis, esetleg önkormányzatok szolgáltathatnak ilyen jellegű adatokat. Jelenleg nem elérhető az adatbázis. Települési önkormányzatoknál állhat rendelkezésre információ.	Épületek felújítottságára jellemző besorolási kategóriák létrehozása: felújítatlan, alapfelújításon átesett, mélyfelújításon átesett. Az épülettípusokhoz a felújítottságtól és az említett adatbázisból kinyerhető, felújítási módszertől függő csökkentő/növelő tényező alkalmazása a érzékenységre.	A kategóriákra jellemző felújítási módszerek ismeretében a meteorológiai hatásokra való érzékenység típusonként meghatározható. Pl.: utólagos homlokzati hőszigetelés esetén a kivitelezési módszertől függően (ragasztott/ dübelezett) csökkentett/növelt érzékenység.

épületek lecserélődésének hatása	Lecserélődési ráta hozzárendelése az egyes épületkategóriákhoz. *Számításba vehető adatbázis:* Jelenleg nem elérhető az adatbázis. Települési önkormányzatoknál állhat rendelkezésre információ.	Épületkategóriákra jellemző, lecserélődési kategóriák létrehozása (százalékos arány). A bontás-újjáépítés okozta kategóriaváltások miatt egy jövőbeli vizsgálati időpontban más összetételt mutat az állomány a vizsgált településre/tömbre, ebből következően változik az érzékenység.	Meteorológiai hatásoktól független tényező, mely a kategóriák közötti különbségekre épül. Hőmérséklet: - Csapadék: - Szél: -
Szélcsatornák, szél áramlási viszonyok	*Számításba vehető adatbázis:* Szél nyomó- és szélszívó ereje városi terekben. *Számításba vehető adatbázis:* Jelenleg nem áll rendelkezésre országos adatbázis. A Lechner Nonprofit Kft-nél tervszinten áll az adatbázis kialakításának lehetősége. Mintaterületi próbálkozások már történtek.	Szél nyomó és szívó ereje alapján kategóriák megállítása	Hőmérséklet: - Csapadék: - Szél: Szél nyomó és szívó erejének hatásai alapján történő kategorizálás.

8. táblázat: a vizsgálat továbbfejlesztésének szempontrendszere

Forrás: saját szerkesztés

A fenti táblázatban láthatóak a szövegesen kifejtett továbbfejlesztési javaslatok, és ezek módszertanba integrálásának lehetőségei. A tanulmány jelenlegi részletezettsége, és a jelenleg rendelkezésre álló adatok nem teszik lehetővé, hogy az épületkategóriák átosztályozása előre elkészüljön. A jövőben a kérdéses adatok megléte esetén a továbbfejlesztési javaslatok jelen módszertanba integrálása megtörténhet, a kategóriánként pontozás a javaslatoknak megfelelően kialakítható.

5 IRODALOMJEGYZÉK

- Bakó F., 1975: A paraszтház alaprajzi fejlődése Észak-Magyarországon. In: Az Egri Múzeum Évkönyve. (Szerk.: Bakó Ferenc.) Egri Múzeum, Eger, 175–220. Barabás Jenő 1997: A magyar népi építészet történetének korszakai. (A tájtípusok virágkora. 19. század; Az integrálódás kora. 20. század.) In: Magyar néprajz. IV. kötet, Életmód. Akadémiai Kiadó, Budapest, 304–308
- Baranyai N. – Varjú V., 2015: A lakosság klímaváltozással kapcsolatos attitűdjének empirikus vizsgálata. In: Czirfusz M. – Hoyk E. – Suvák A. (szerk.): Klímaváltozás – Társadalom – Gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon. Publikon Kiadó, Pécs, 2015. (ISBN: 978-615-5457-62-3)
- Bársony I., 2008: Magasépítéstan I. Pécs, Szega Books. ISBN 978 963 970 202 8
- Bársony I., Schilszer A., Walter P., 2008: Magasépítéstan II. Pécs, Szega Books. ISBN 978 963 9702 12 7
- Birghoffer P. 1994: A panelos lakóépületek felújítása. Budapest: Műszaki Könyvkiadó. pp. 16-28.
- Bódy Zs., 2004: Kislakás, társasház. Lakásépítkezés és az otthon ideáljának változása Budapesten az első világháború körül. Századvég (Új folyam) 34. 27–56.
- Csermely G., 2005: Iparosított technológiával készült épületek felújítása. Budapest: ÉMI Kht. pp. 9-14.
- Csoknyai T., Hrabovszky-Horváth S., Seprődi-Egeresi M., Szendrő G., 2014: A Hazai Lakóépület Állomány Tipológiája, Tabula/Episcope Project. http://episcope.eu/index.php?id=222 (2018.02.19).
- Dési A., 1996: Panelkalauz. Budapest: Építésügyi Tájékoztatási Központ. pp. 11-22.
- Edvi I. A. , 2005: Budapest műszaki útmutatója 1896. Budapest, Terc Kft. ISBN 978 963 953 527 5
- Gunda B., 1954: A magyar népi építkezés kutatása a két világháború között és annak kritikája. In: Az MTA Társadalmi-történeti Tudományok Osztályának Közleményei. V. kötet, 373–408
- Historikus városi szövet megújítása, 2016. BME, Faculty of Architecture. Forrás: https://issuu.com/lakotanszek/docs/1_1_mell__klet_kezel__si_k__zik__ny (2018.03.18)

- Horváth S. – Pálvölgyi T. (2011): Buildings and climate change: impacts on roofs and vulnerability to wind storms. Építőanyag, Vol. 63/3–4. 62–66. http://en.epitoanyag.org.hu/static/upload/10.14382epitoanyag-jsbcm.2011.11.pdf
- Horváth S., 2012: Panel-rehabilitáció, azenergiatudatos felújítás klímapolitikai aspektusai, Terc Kft., Budapest, p95.
- Hrabovszky-Horváth S., Pálvölgyi T., Csoknyai T., Talamon A., 2013: Generalized residential building typology for urban climate change mitigation and adaptation strategies: The case of Hungary. Energy and Buildings 62, pp. 475–485.
- IPCC: Éghajlatváltozás 2014.
- Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2008-2025
- Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia
- Nemzeti Épületenergetikai Stratégia (National Building Energy Strategy), Budapest, 2015. Forrás:http://www.kormany.hu/download/d/85/40000/Nemzeti%20E%CC%81pu%CC%88letenergetikai%20Strate%CC%81gia%20150225.pdf
- Osztroluczky Miklós (2011): Épületkárok. Cser Kiadó, Budapest. pp7-14.
- Pálvölgyi T., 2010: A klímaváltozás figyelembe vétele a környezeti értékelésekben, Klíma-21 füzetek, 2010 (60), pp. 81-87.
- Pattantyús Á., 2013: Épületrehabilitáció - Tartószerkezetek helyreállítása, átépítése és megerősítése). Budapest, Terc Kft., ISBN 978 963 996 8486. pp 13-17., 18-20., 20-25., 27-31., 31-36.
- S. Nagy K., 1984: A kockaház. Életünk tükre: a lakás. Élet és Tudomány (38.) VII. 13. 885–887
- Schneller K. - Göncz A.: Az éghajlatváltozással szembeni sérülékenység térségi különbségeinek elemzése az ESPON 2013 program keretében, Tájökológiai Konferencia, Sopron, 2012.
- Schneller K. Javaslat az éghajlatváltozási sérülékenység-elemzés városi-. és városrésszintű alkalmazására, urbanista szakdolgozat, 2018 szeptember.
- VAHAVA jelentés

6 MELLÉKLETEK

6.1 Kitettséggel kapcsolatos eredménytérképek

I. 30 mm-t meghaladó mennyiségű csapadékkal érintett napok éves átlagos számának változása

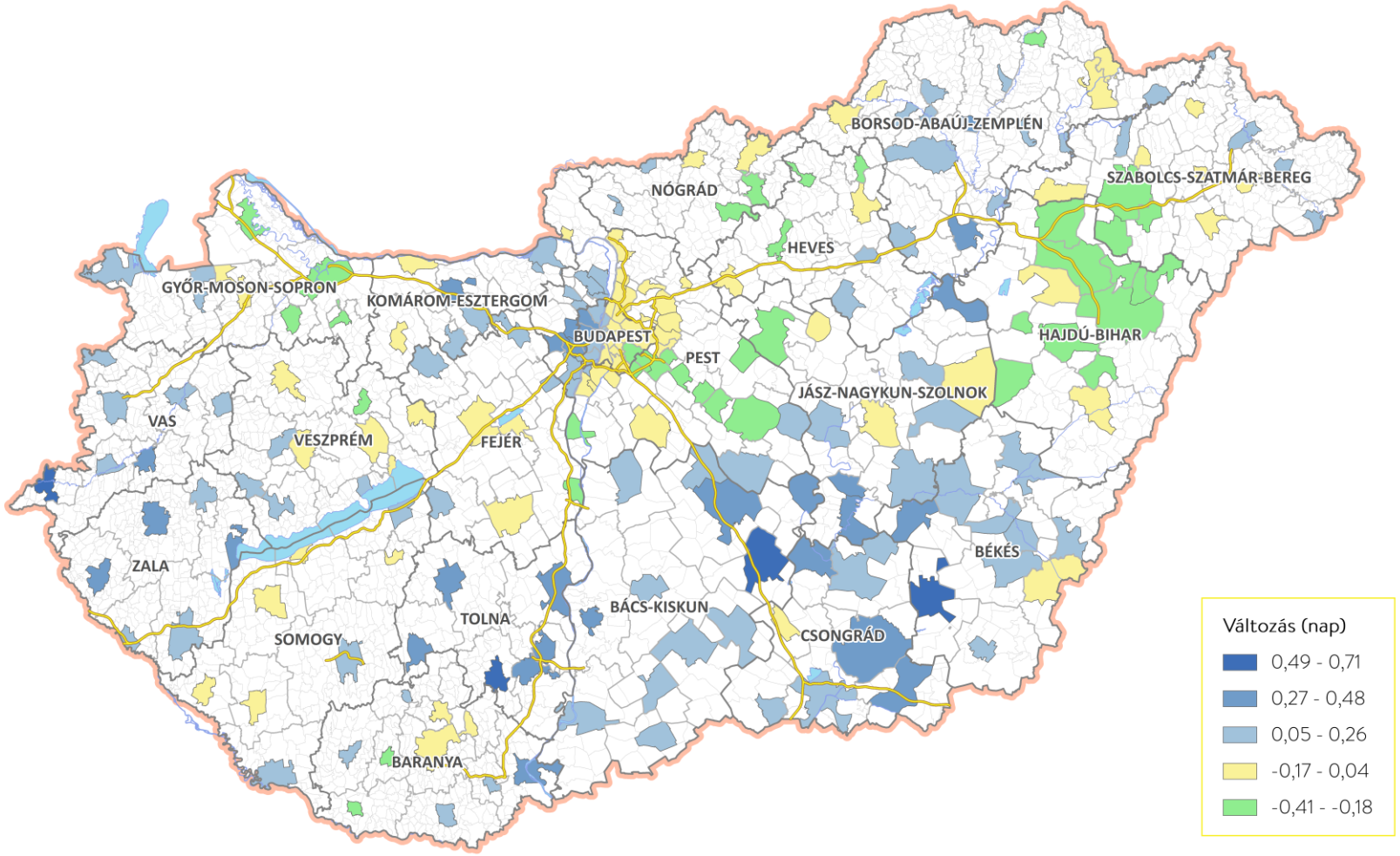
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

30 MM CSAPADÉKÖSSZEGŰ NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



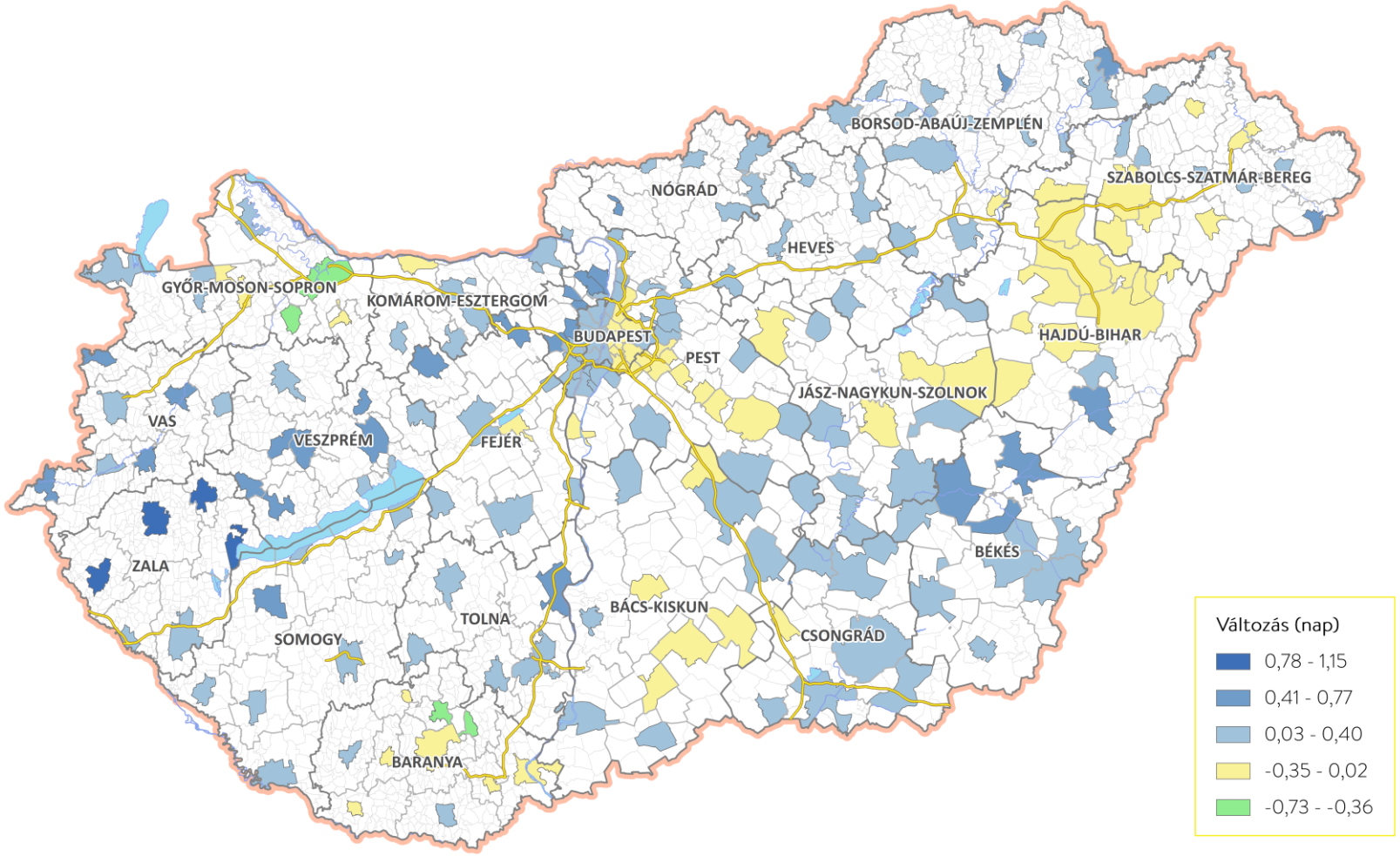
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

30 MM CSAPADÉKÖSSZEGŰ NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



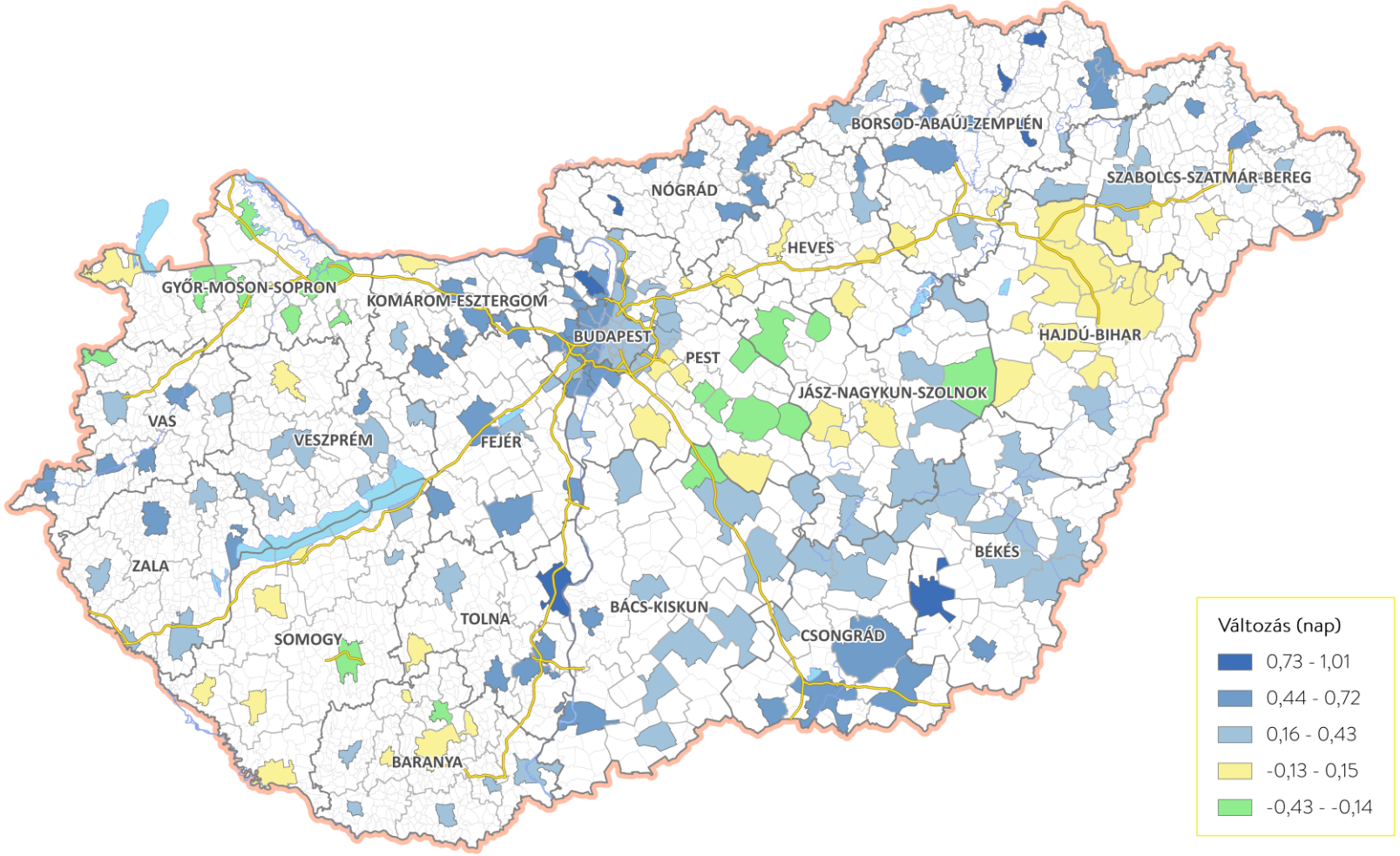
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

30 MM CSAPADÉKÖSSZEGŰ NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



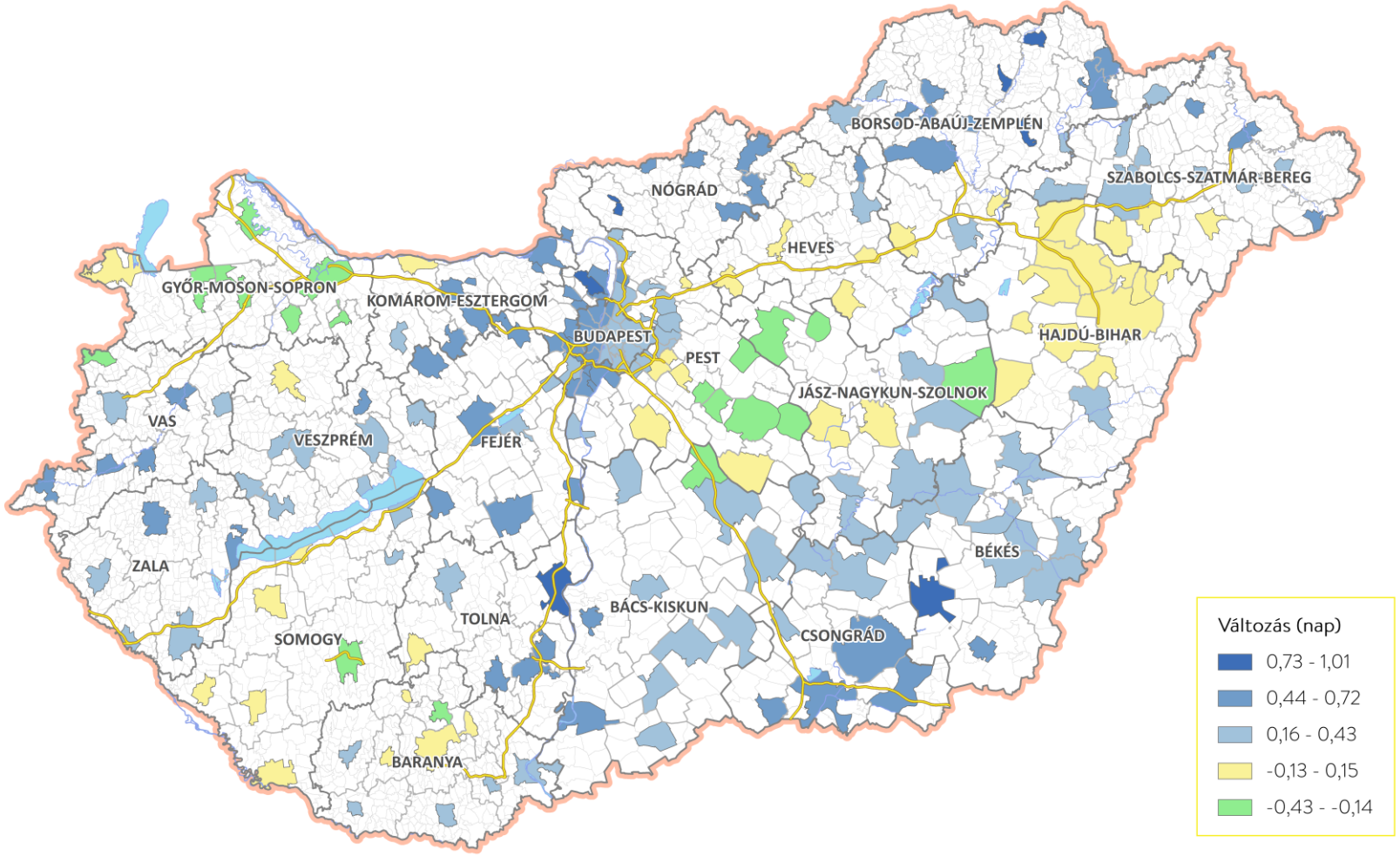
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

30 MM CSAPADÉKÖSSZEGŰ NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



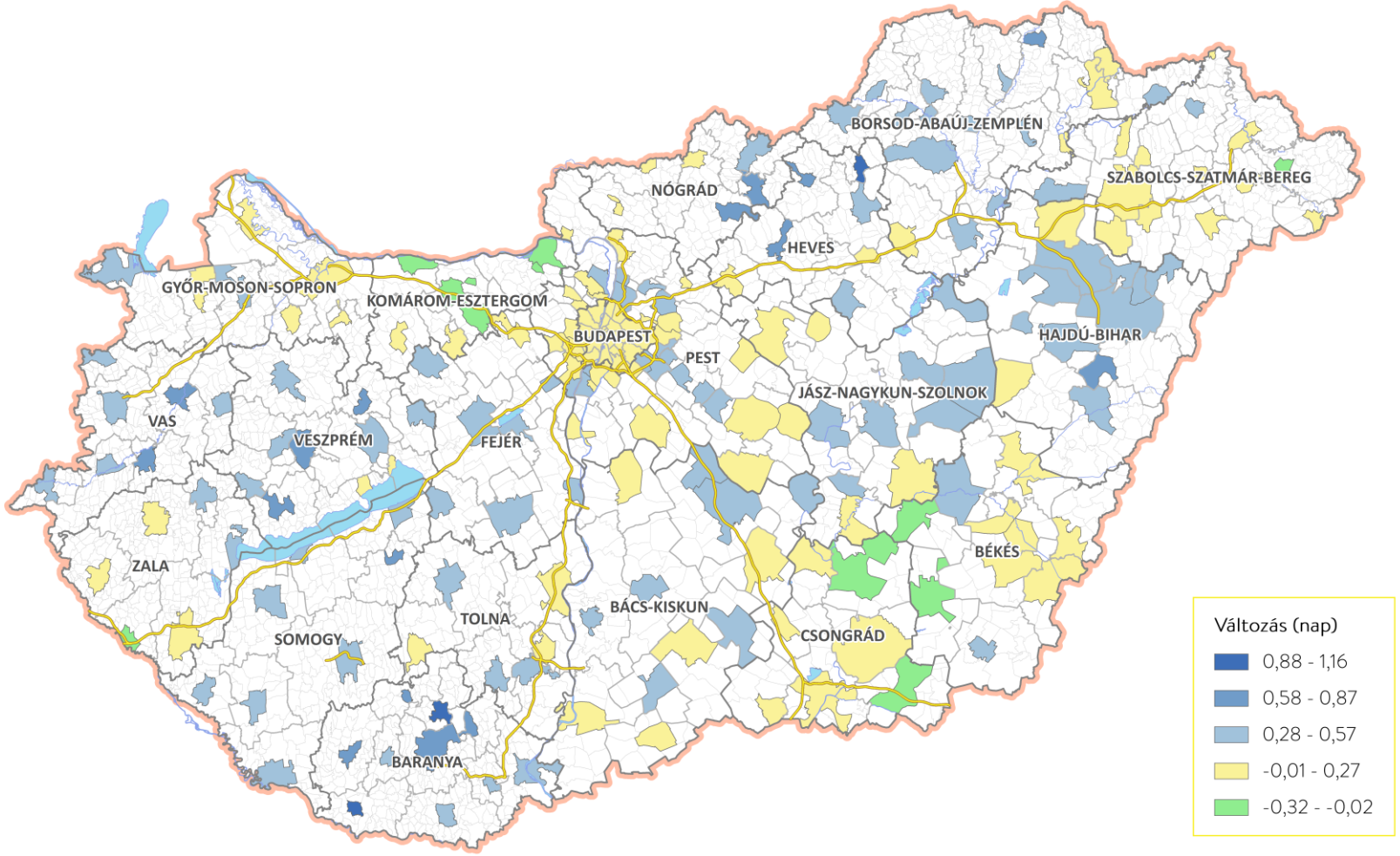
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

30 MM CSAPADÉKÖSSZEGŰ NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



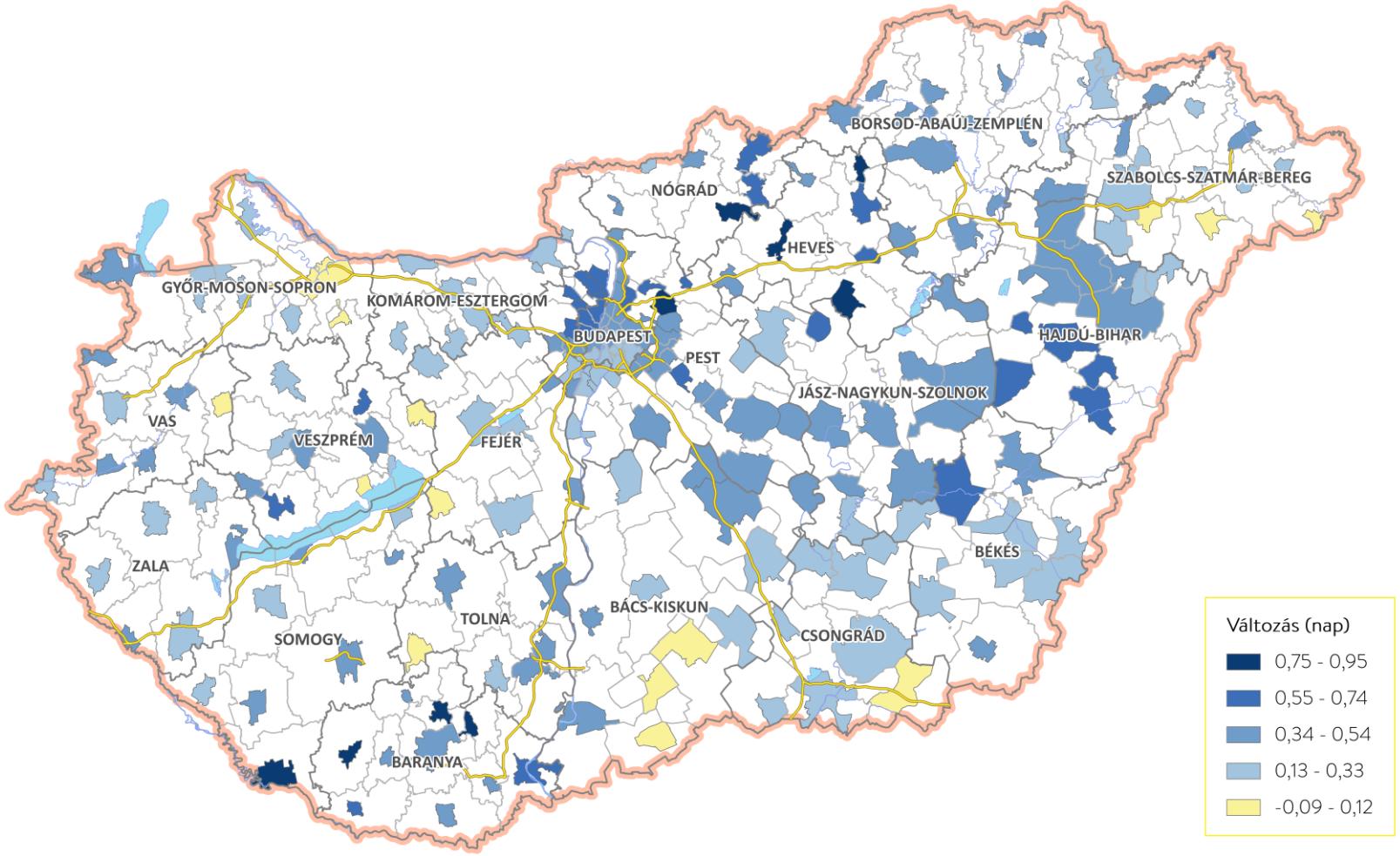
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

30 MM CSAPADÉKÖSSZEGŰ NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



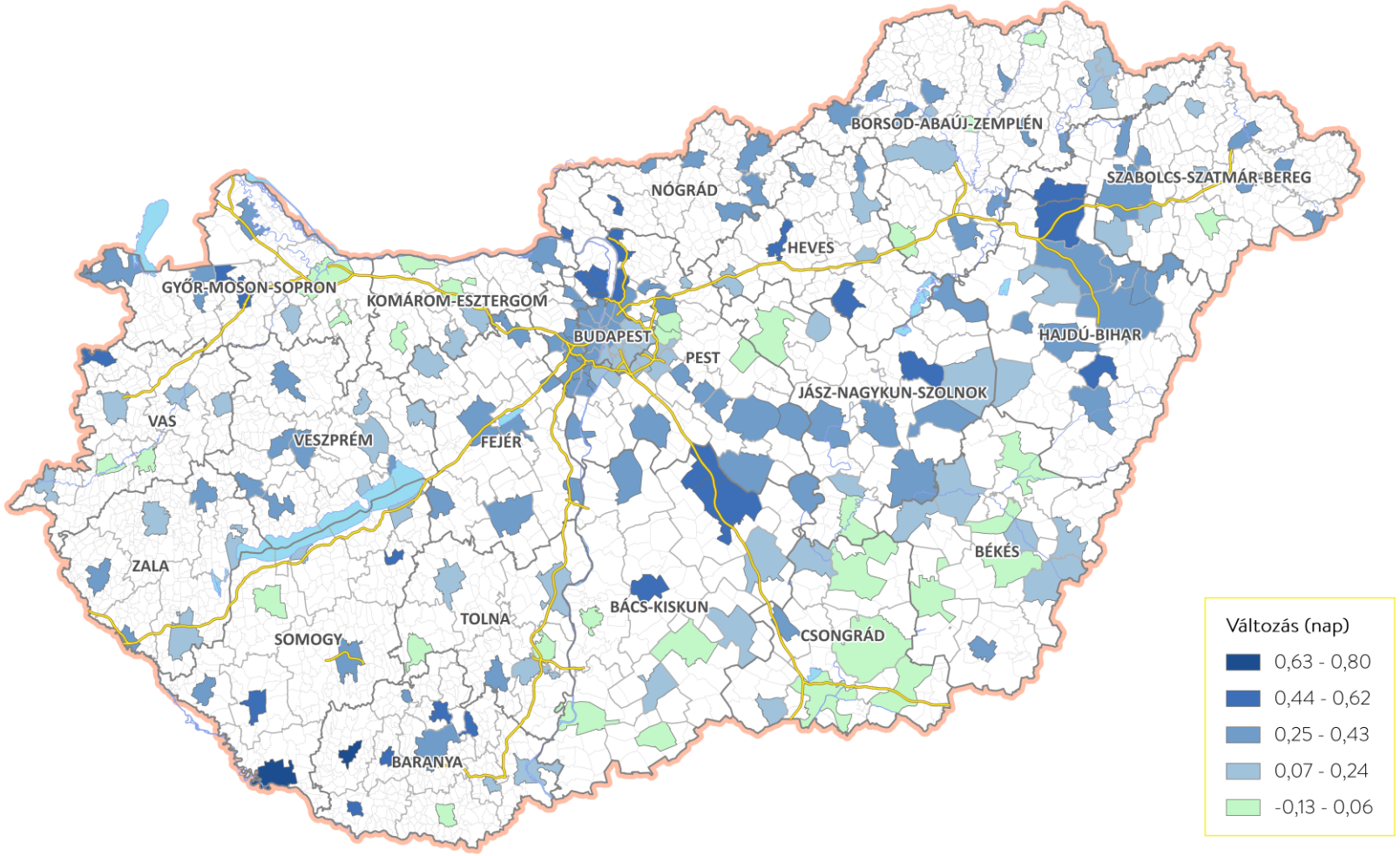
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

30 MM CSAPADÉKÖSSZEGŰ NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbűzis



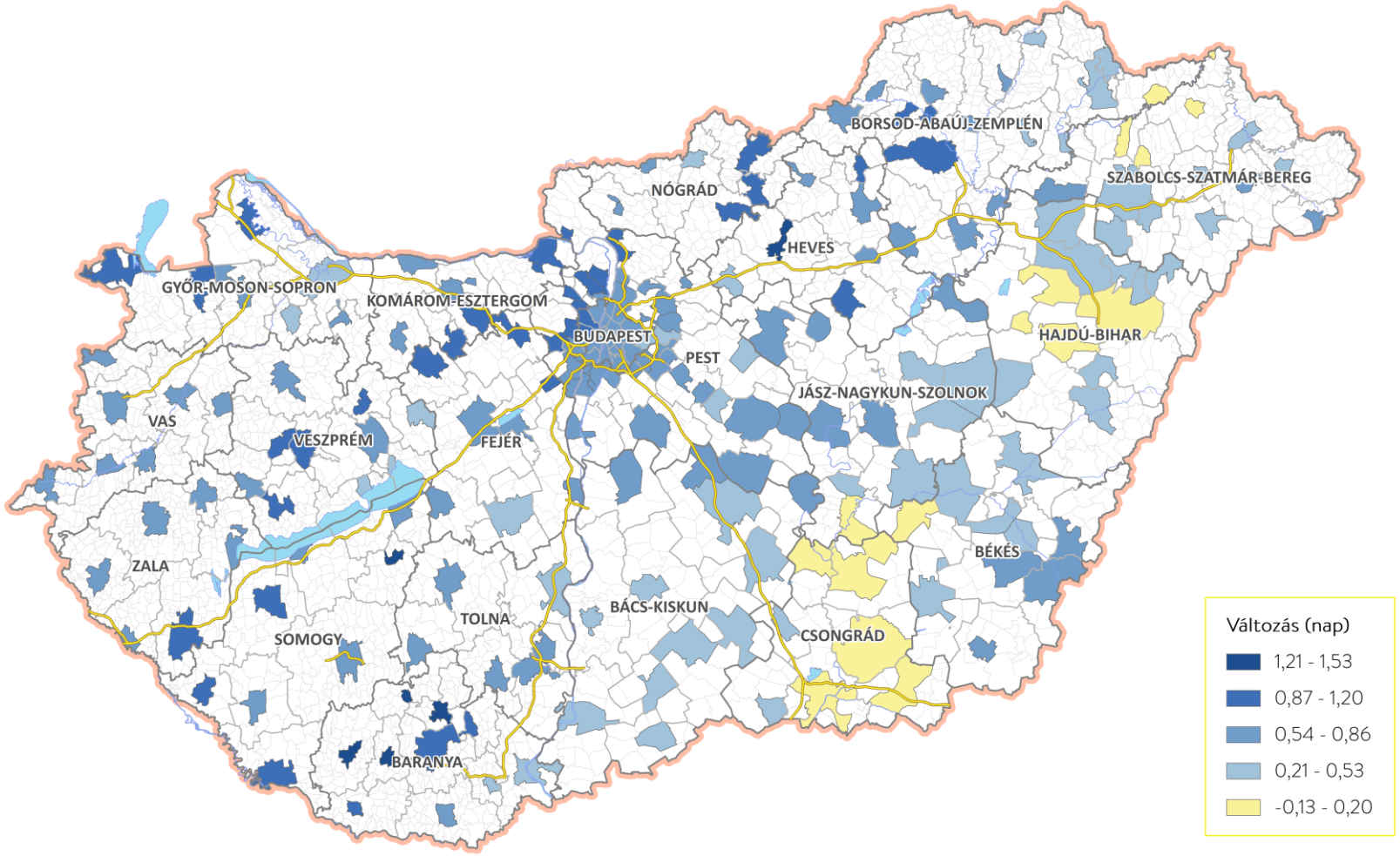
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

30 MM CSAPADÉKÖSSZEGŰ NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



II. Viharos erejű (85 km/h-t meghaladó) széllökésekkel érintett napok éves átlagos számának változása

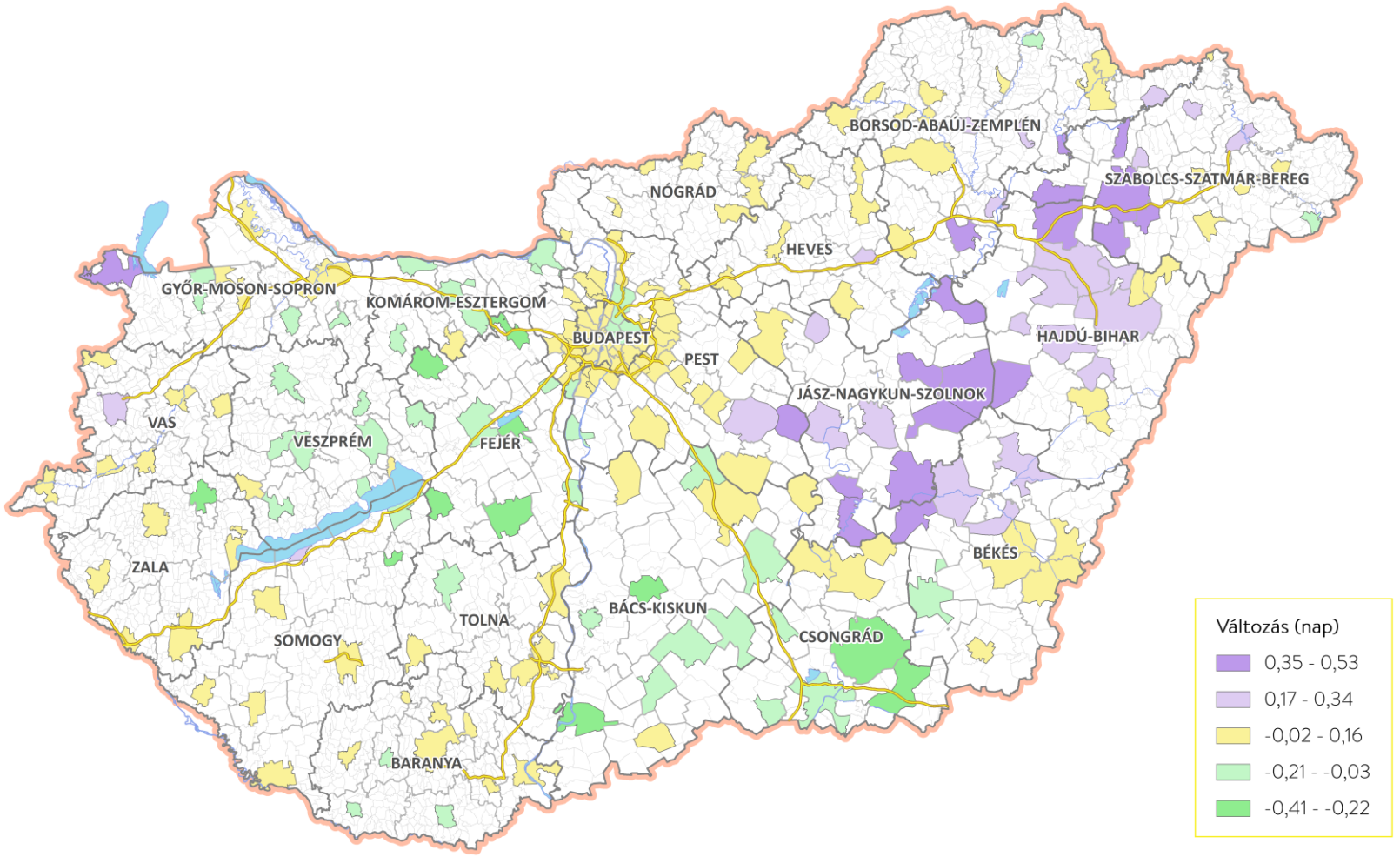
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

85KM/ET MEGHALADÓ SZÉLLÖKÉSEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



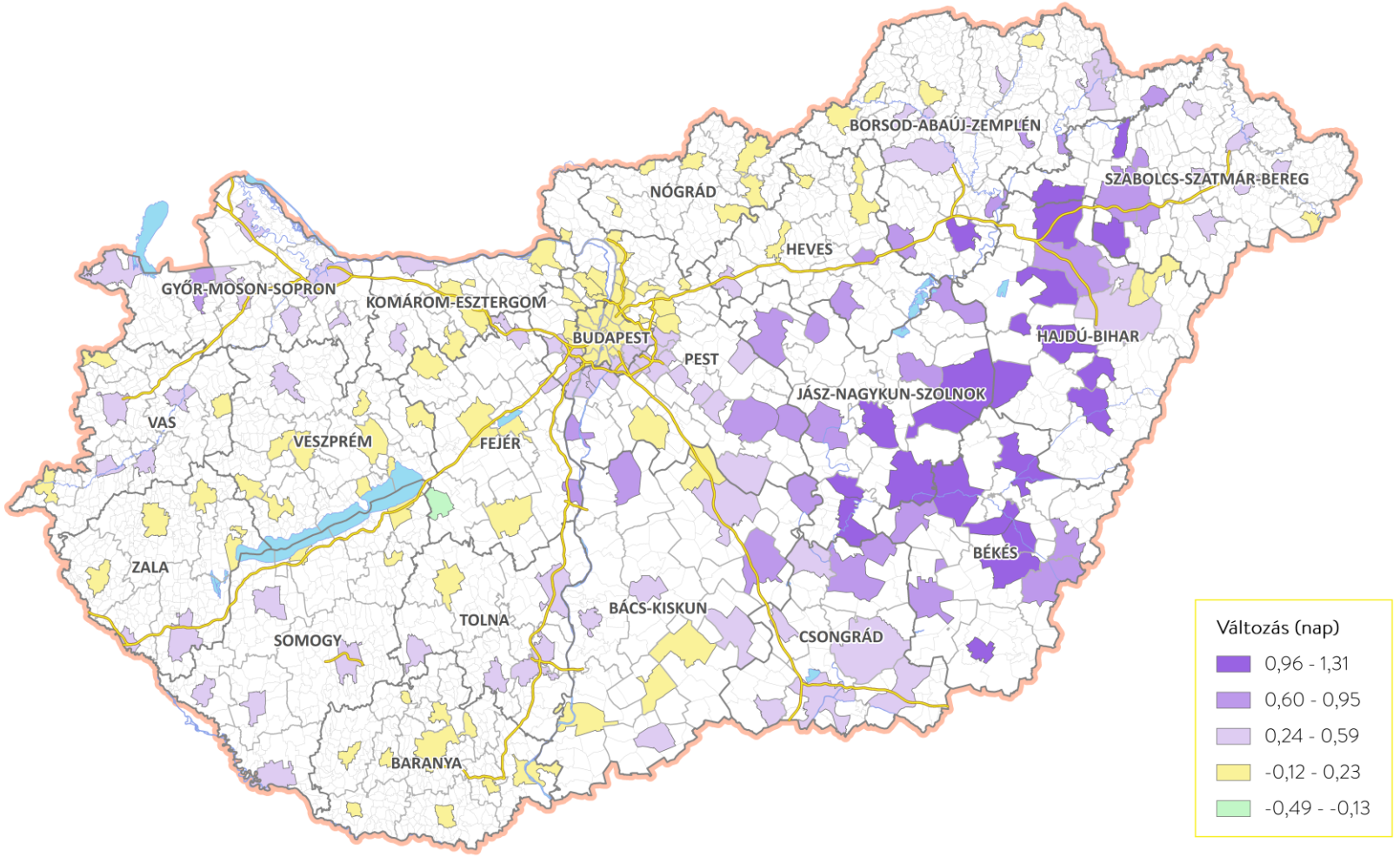
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

85KM/H-T MEGHALADÓ SZÉLLÖKÉSEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



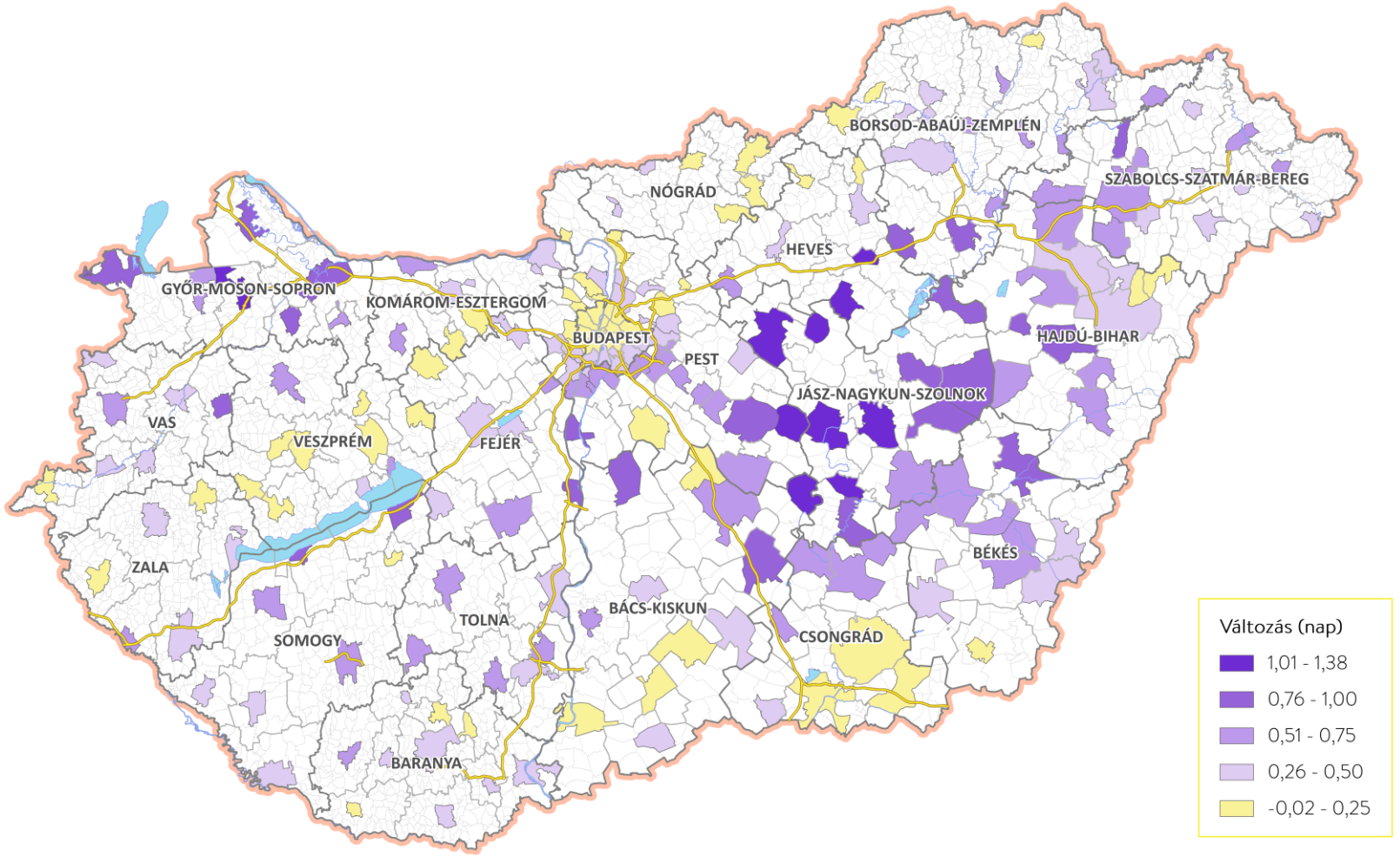
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

85 KM/H-T MEGHALADÓ SZÉLLÖKÉSEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



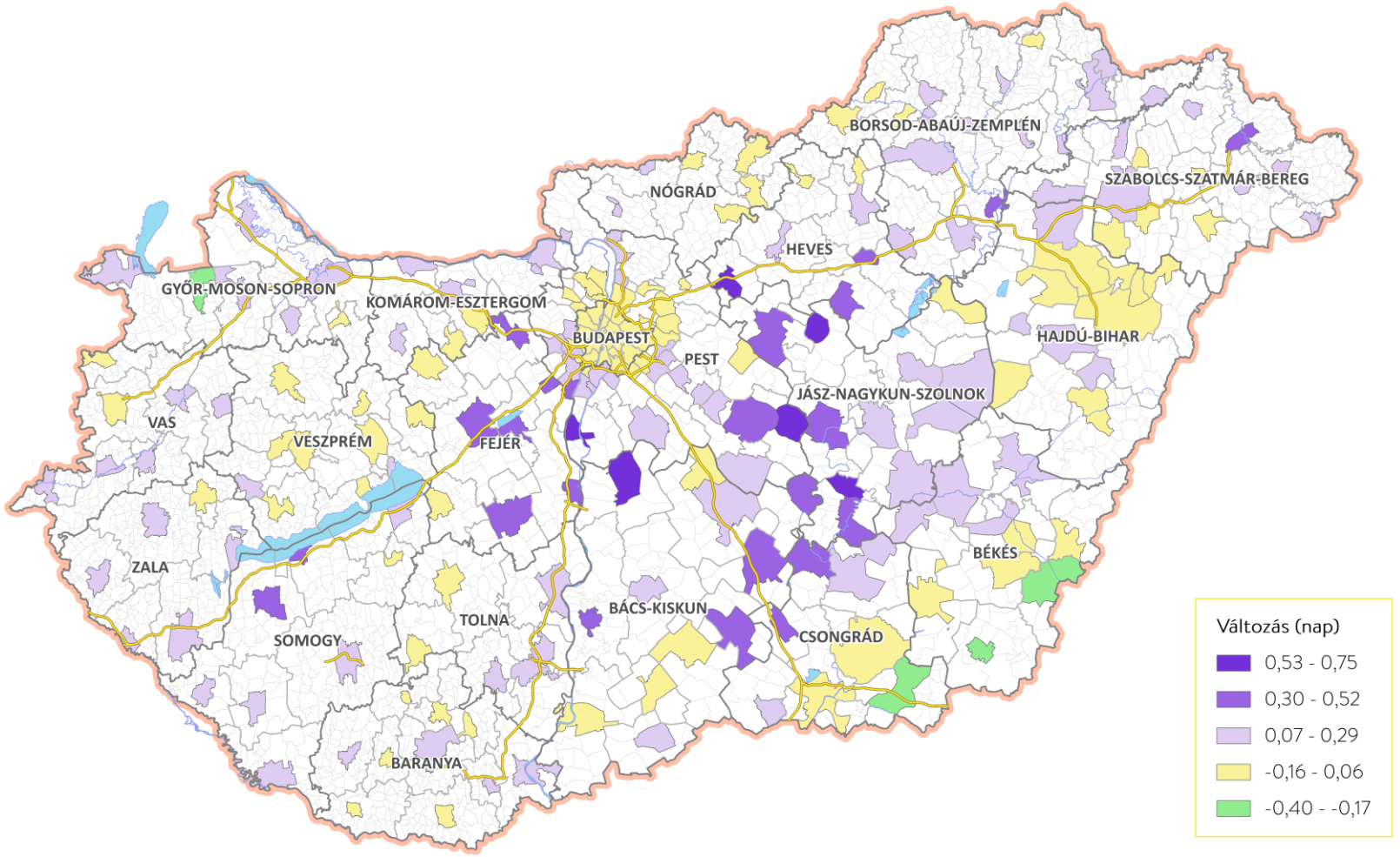
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

85 KM/H-ET MEGHALADÓ SZÉLLÖKÉSEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



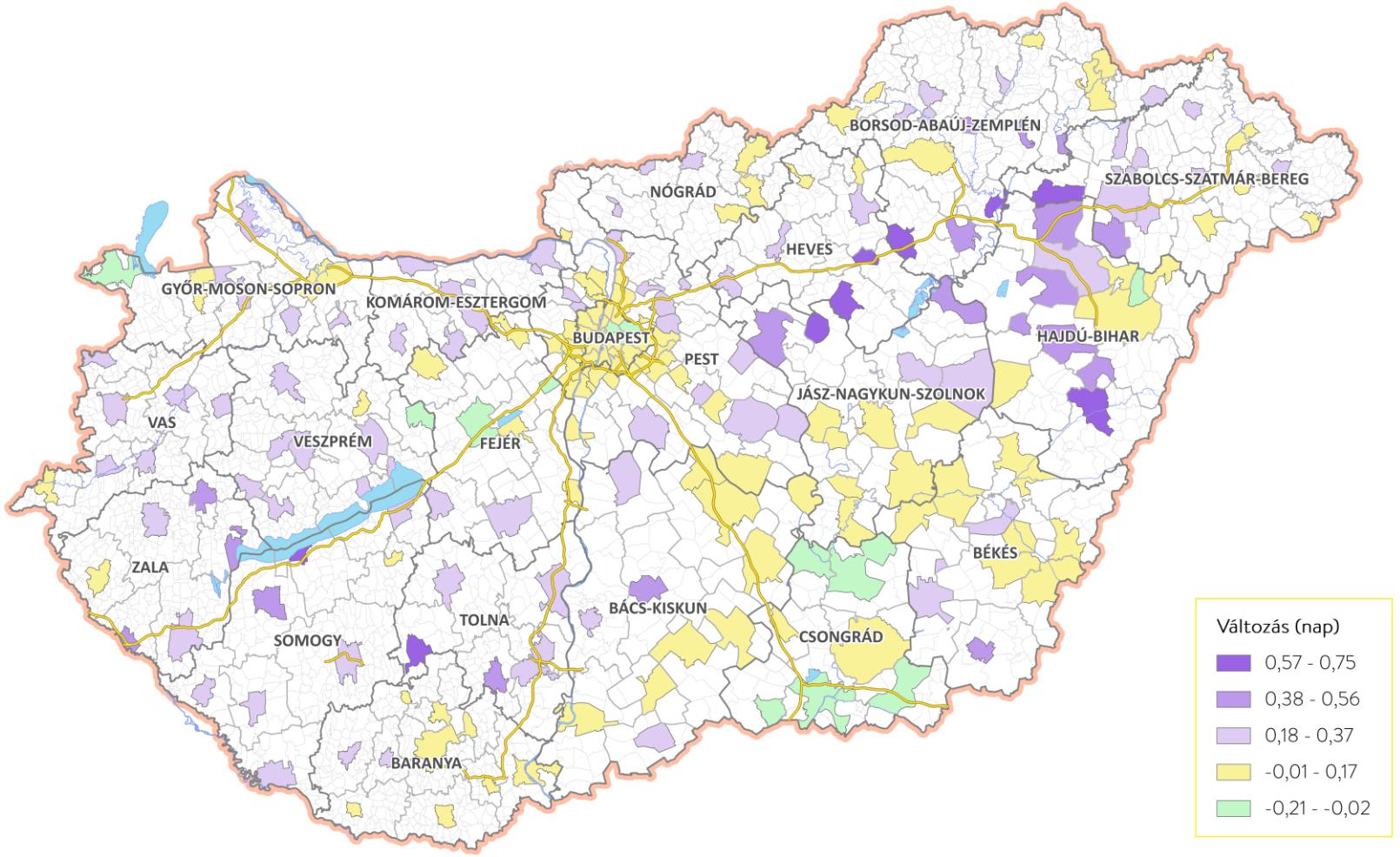
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

85KM/H-T MEGHALADÓ SZÉLLÖKÉSEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



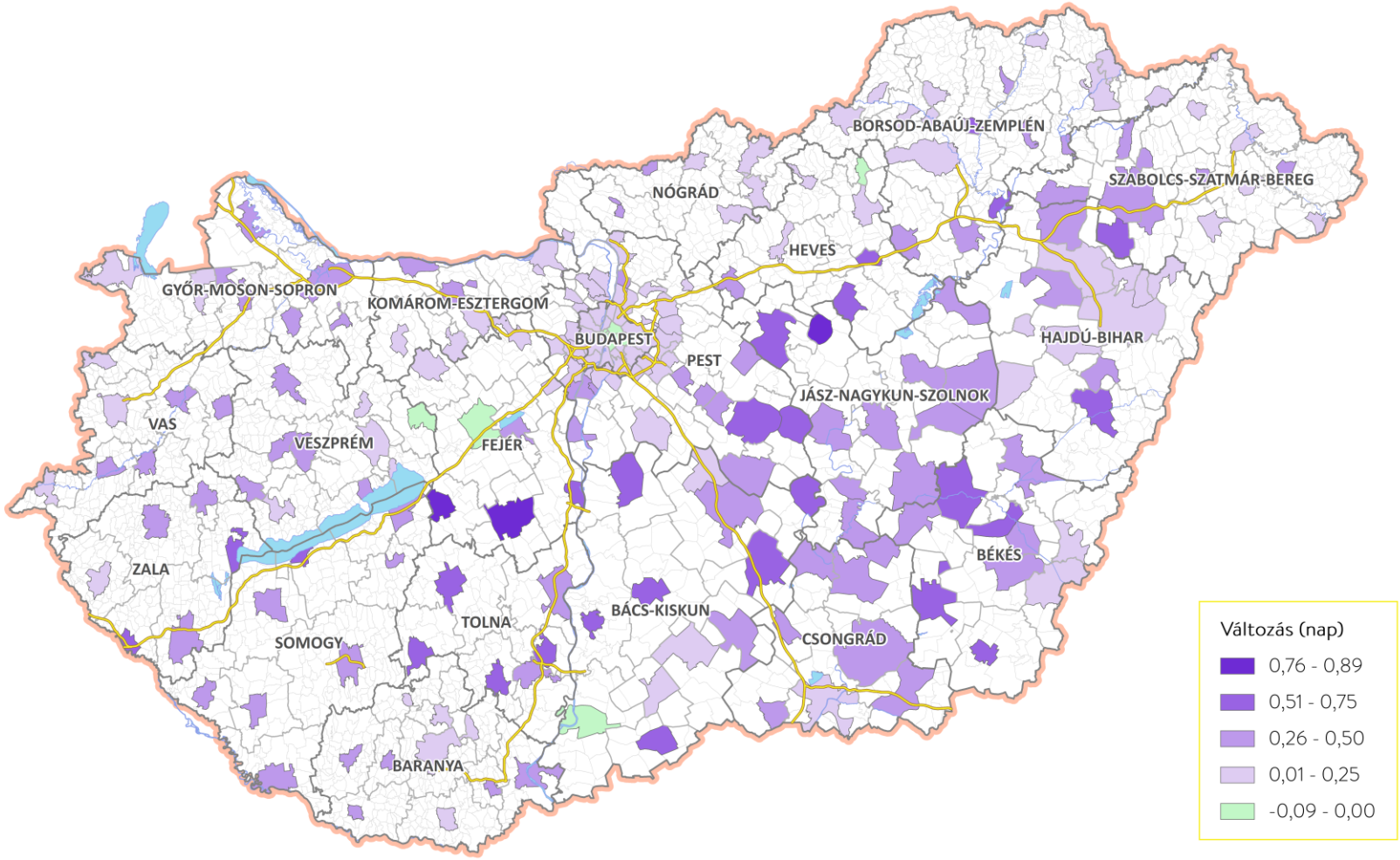
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

85/KM-ET MEGHALADÓ SZÉLLÖKÉSEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



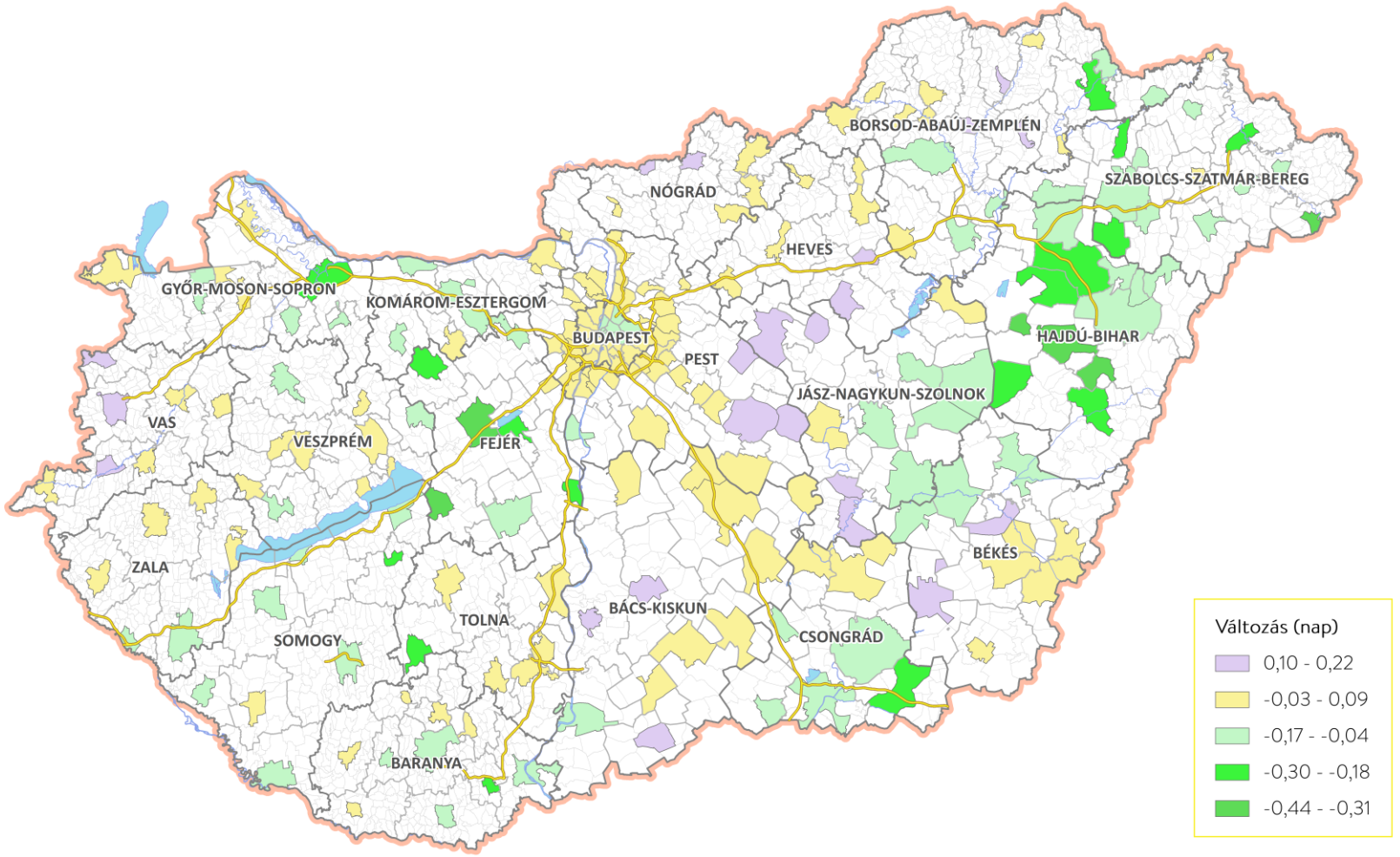
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

85/KM-ET MEGHALADÓ SZÉLLÖKÉSEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



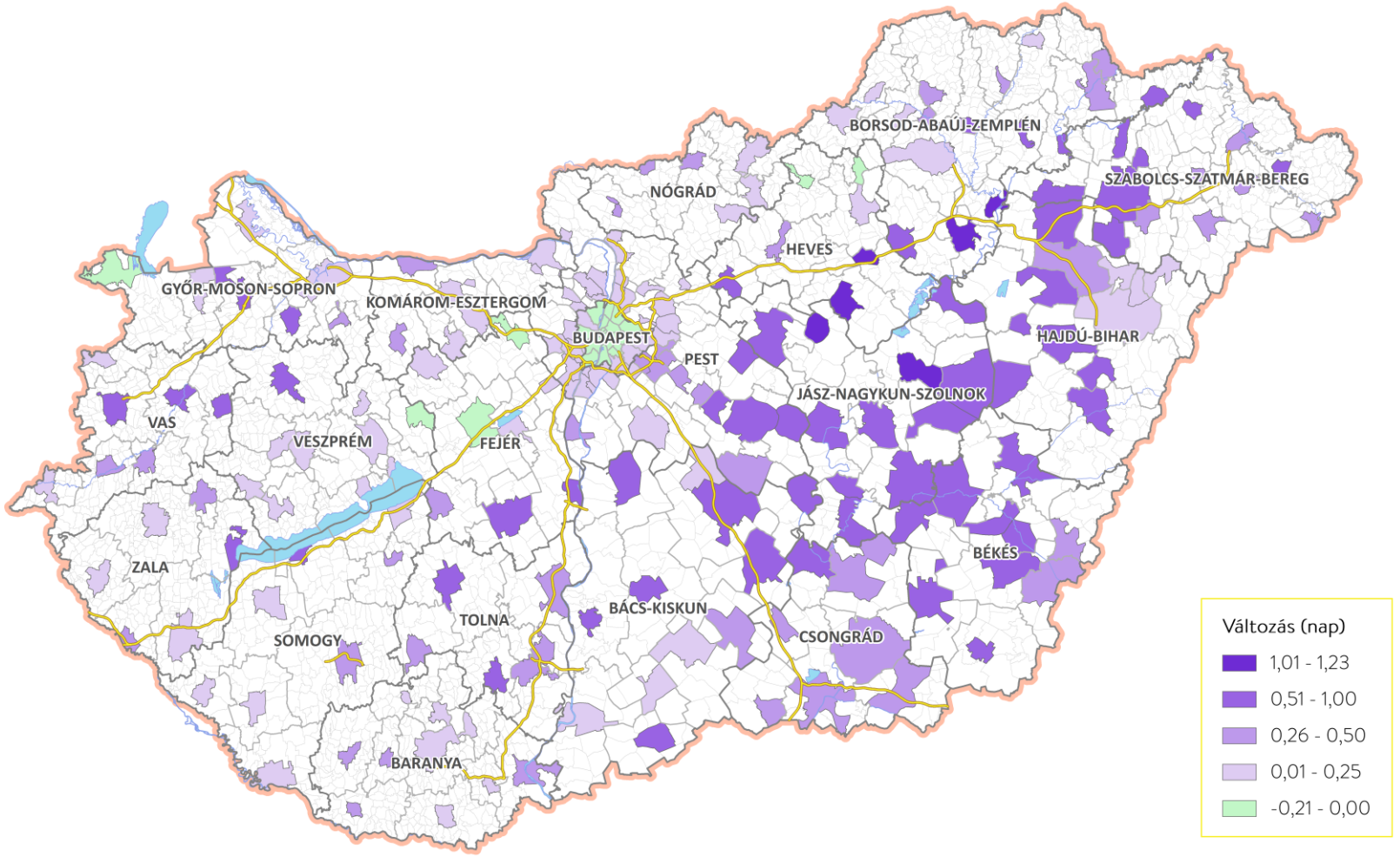
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

85/KM-ET MEGHALADÓ SZÉLLÖKÉSEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



III. Hirtelen hőmérsékleteséssel (10°C 3 óra alatt) érintett napok éves átlagos számának változása

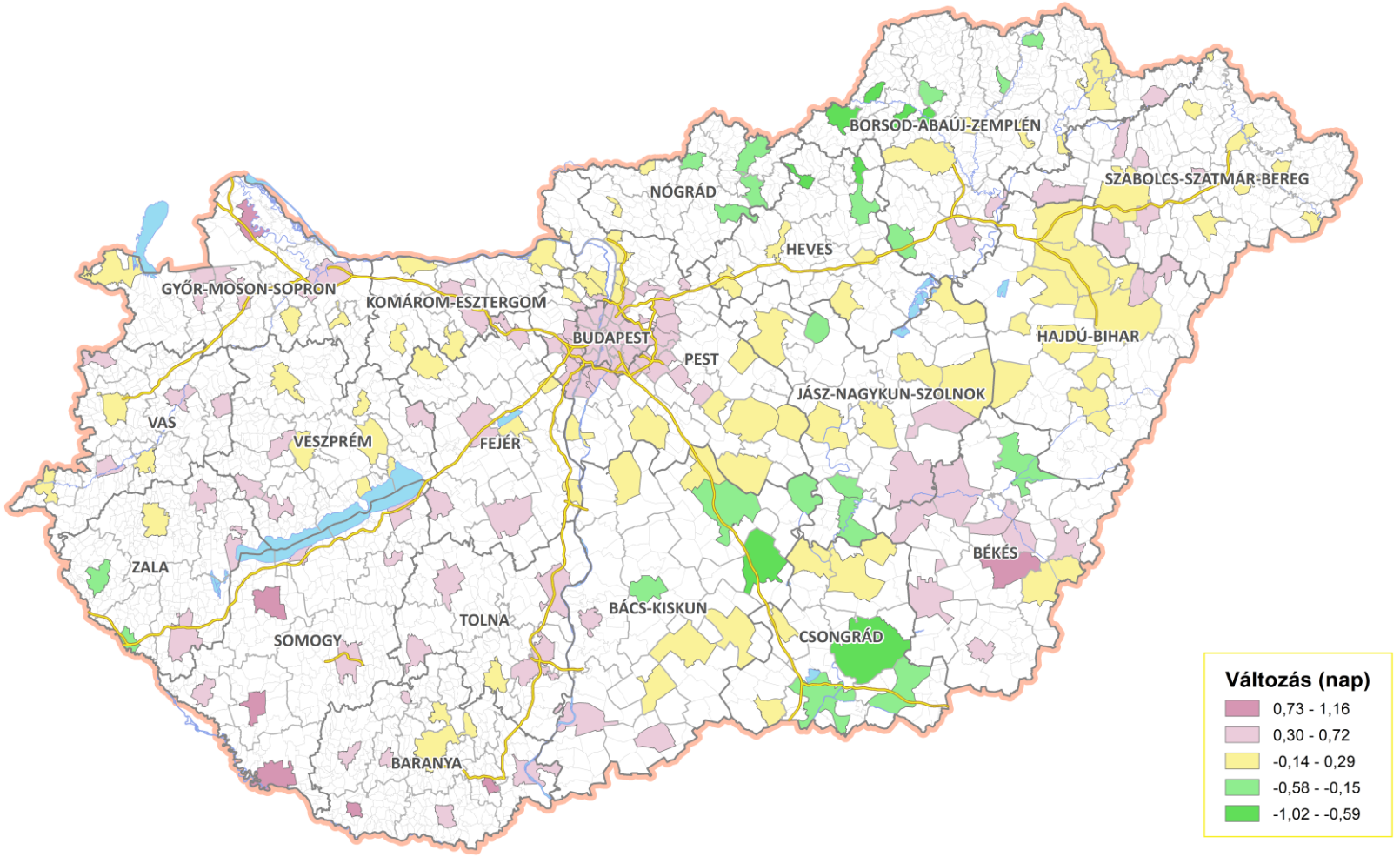
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

JELENTŐS HŐMÉRSÉKLETESÉSSEL (10 °C/3ÓRA) ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



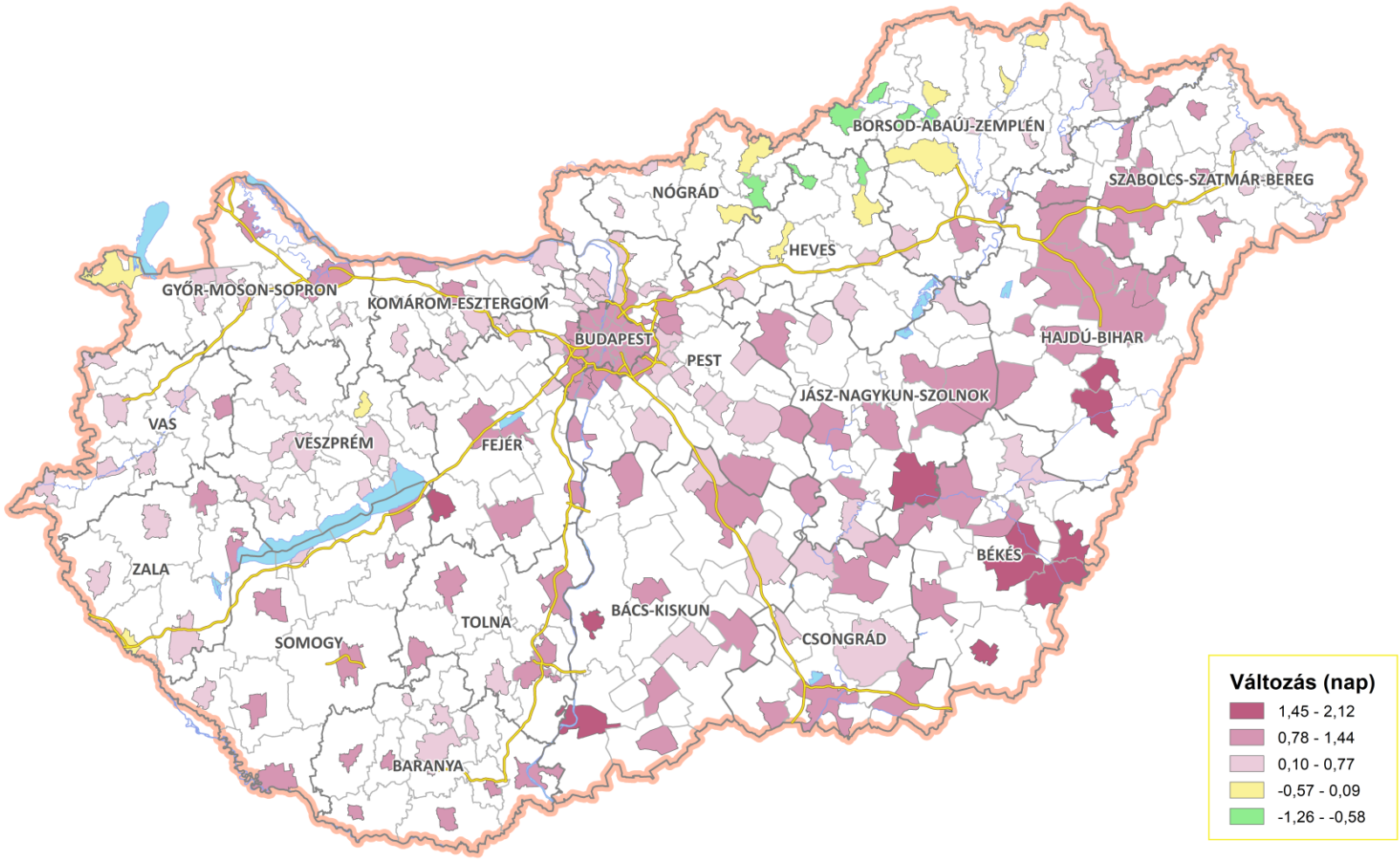
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

JELENTŐS HŐMÉRSÉKLETESÉSSEL(10 °C/3ÓRA) ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



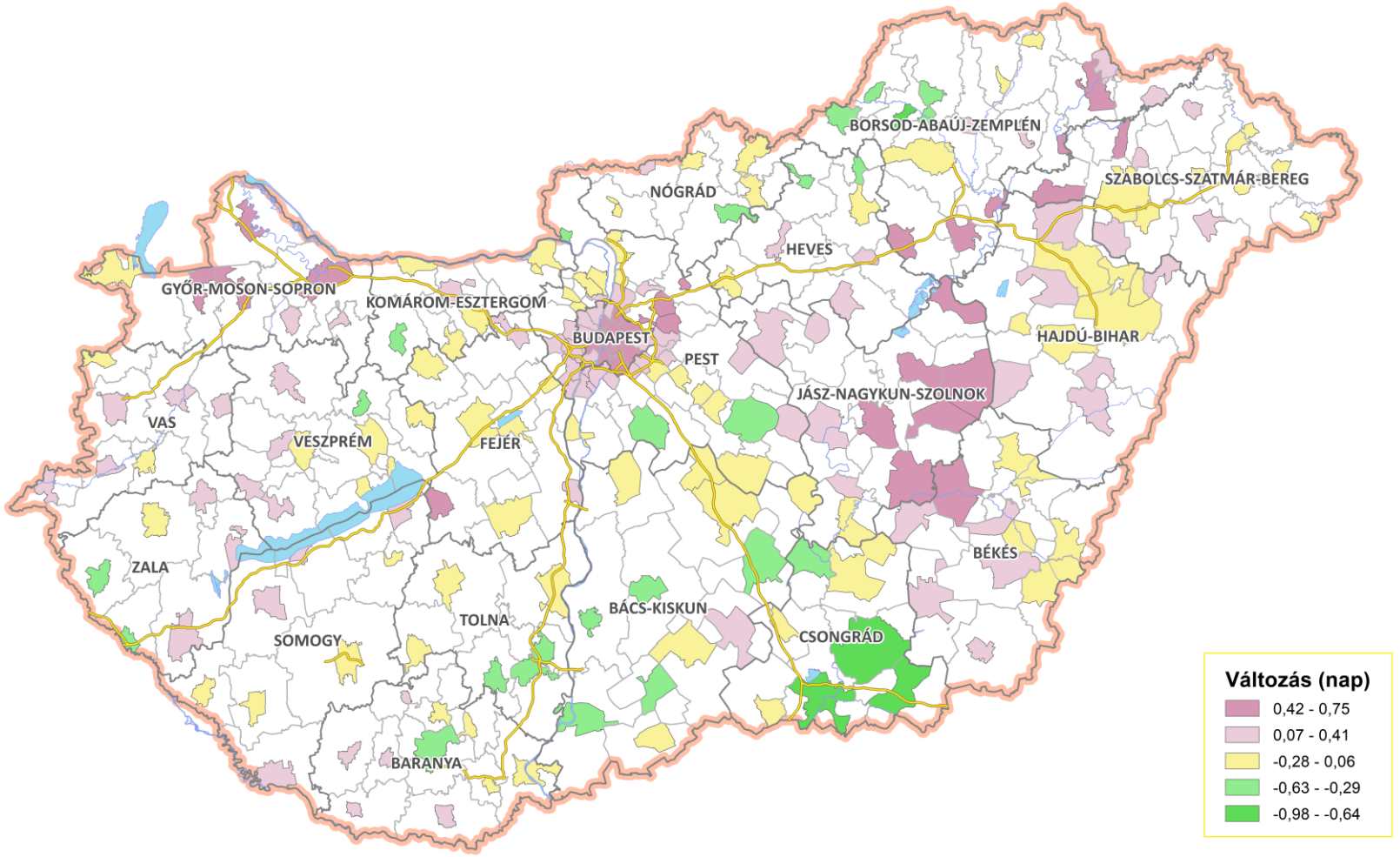
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

JELENTŐS HŐMÉRSÉKLETESÉSSEL(10 °C/3ÓRA) ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



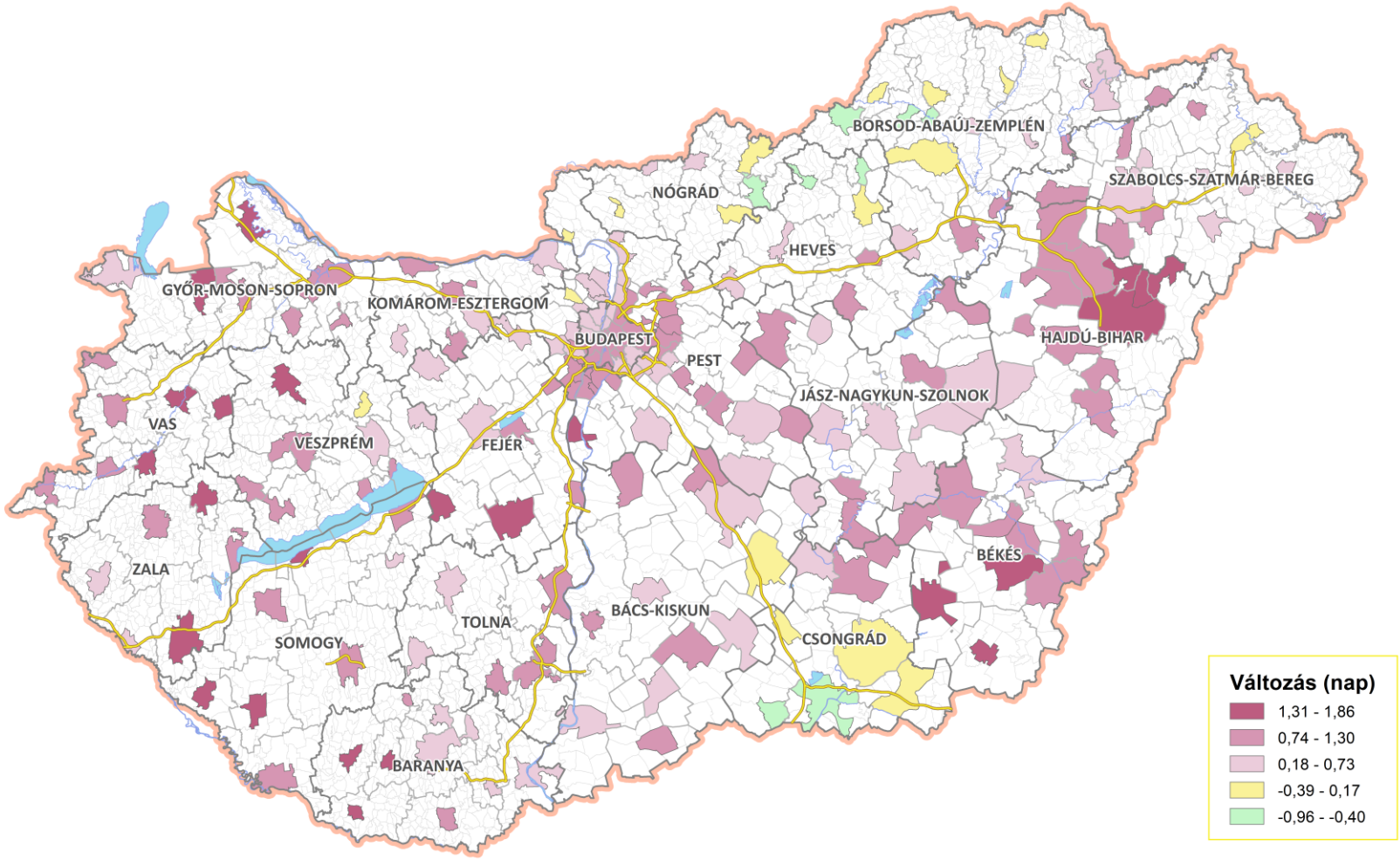
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

JELENTŐS HŐMÉRSÉKLETESÉSSEL(10 °C/3ÓRA) ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: CNRM-CM5, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



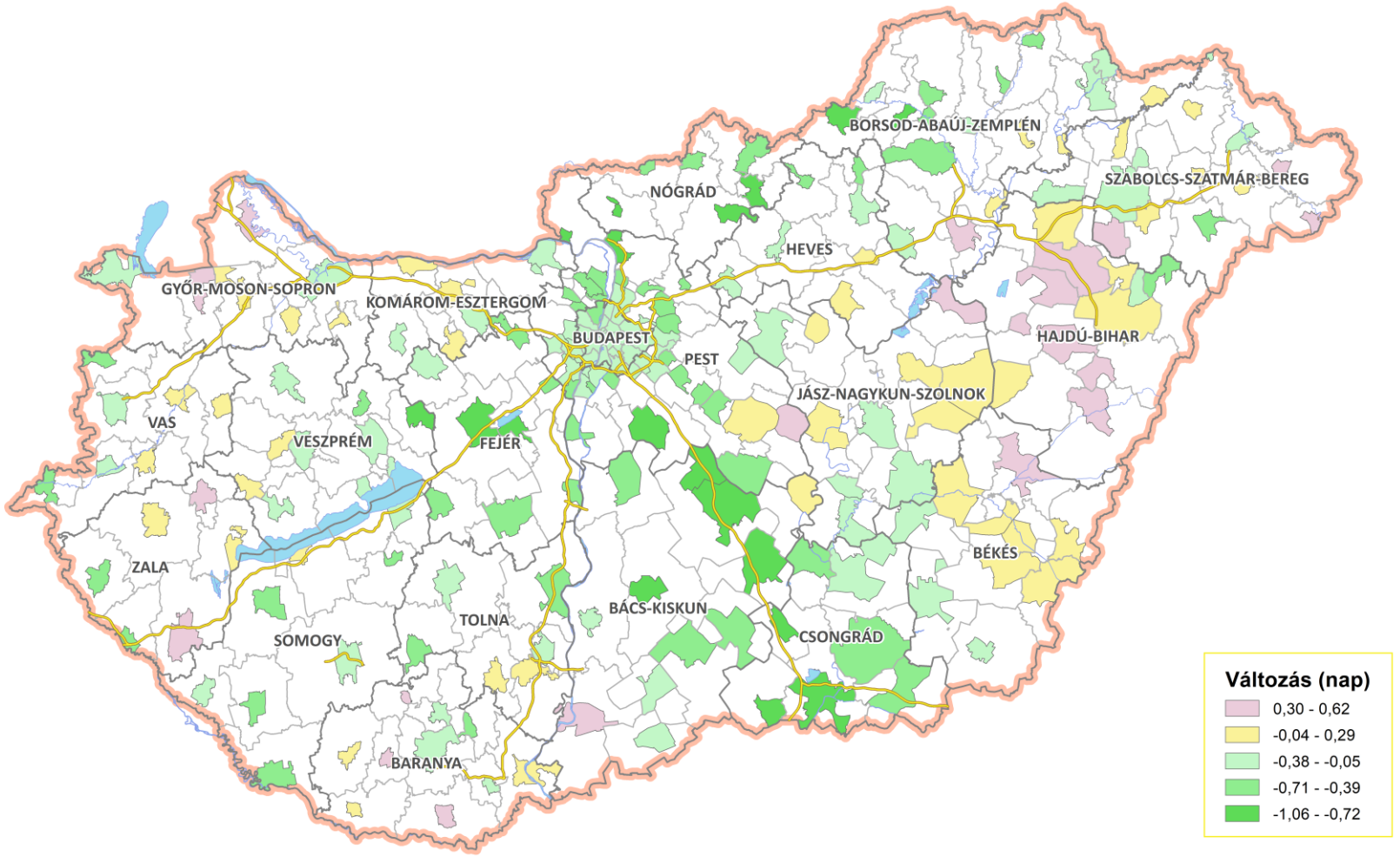
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

JELENTŐS HŐMÉRSÉKLETESÉSSEL(10 °C/3ÓRA) ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



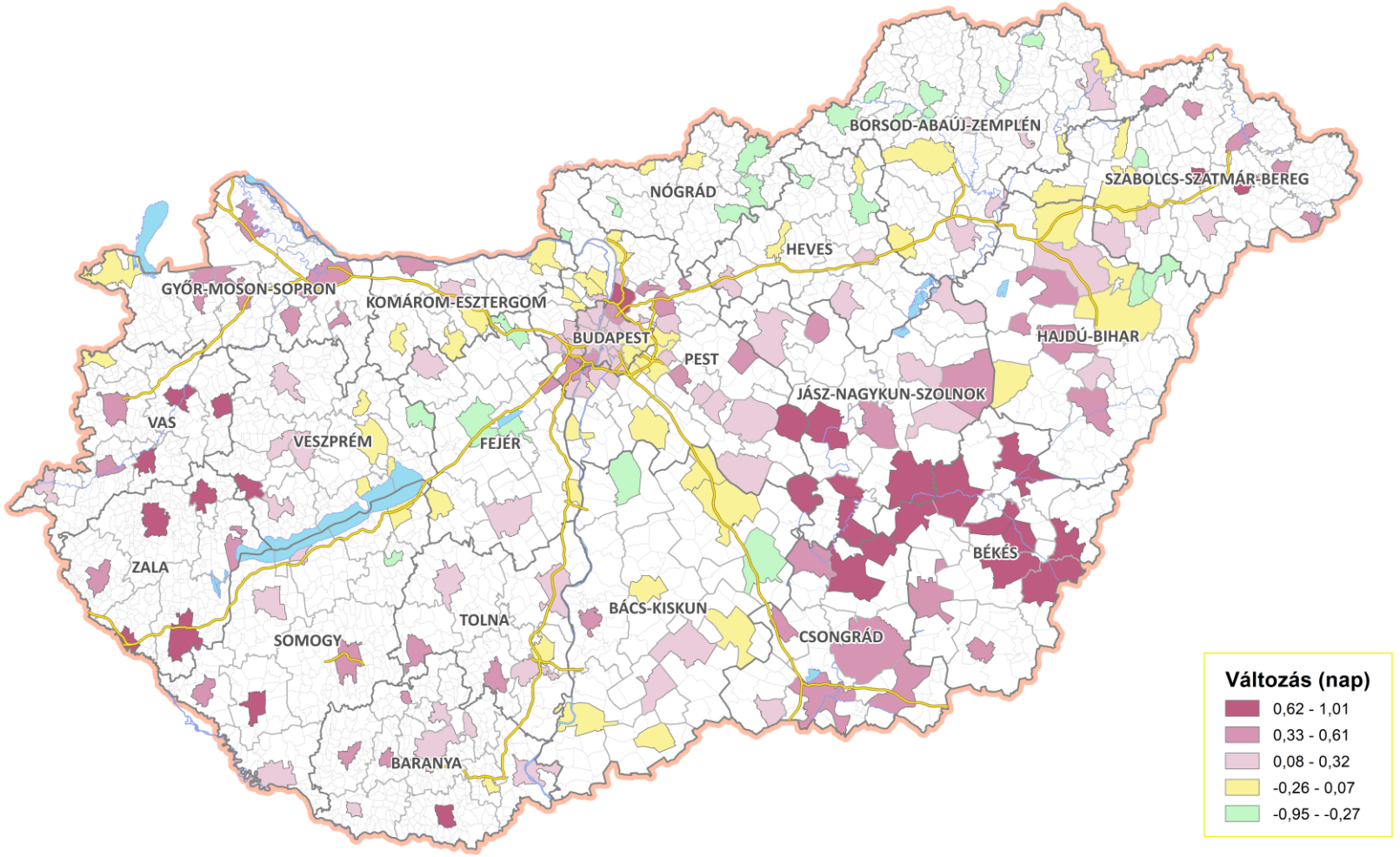
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

JELENTŐS HŐMÉRSÉKLETESÉSSEL (10 °C/3ÓRA)ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP4.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



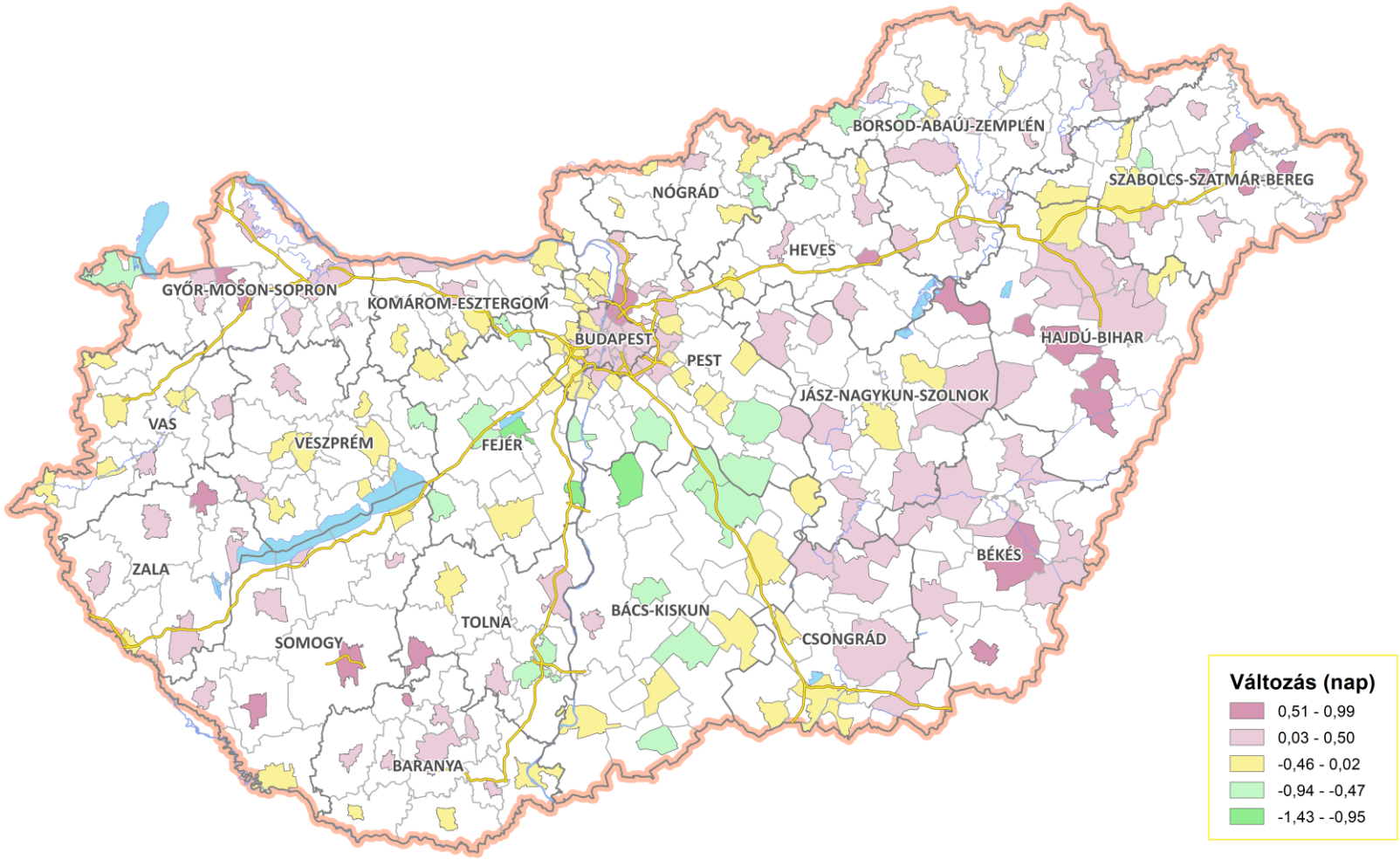
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

JELENTŐS HŐMÉRSÉKLETESÉSSEL(10 °C/3ÓRA) ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2021-2050 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



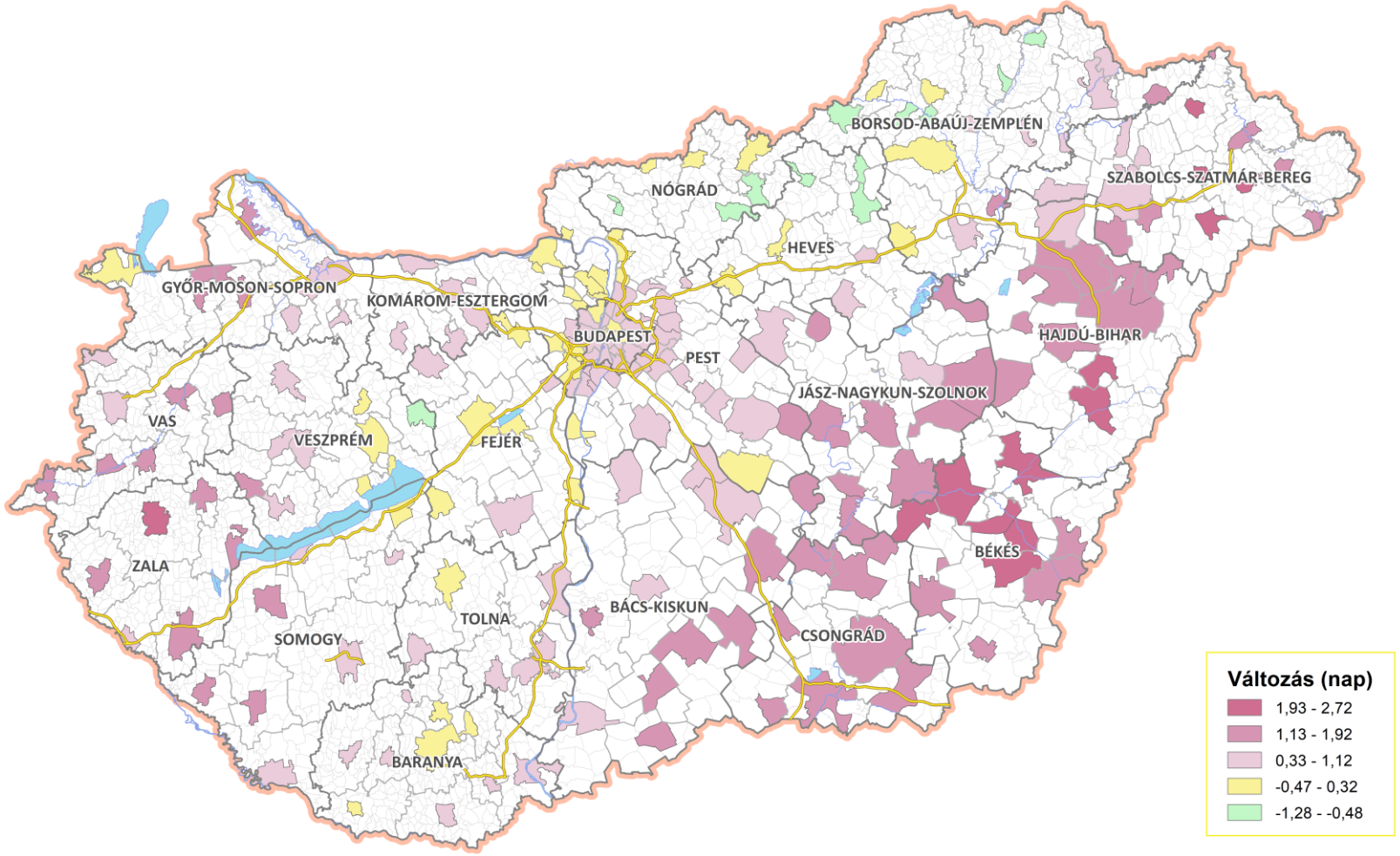
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

JELENTŐS HŐMÉRSÉKLETESÉSSEL(10 °C/3ÓRA) ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA; KLÍMAMODELL: EC-EARTH, FORGATÓKÖNYV: RCP8.5

Vizsgált időszak: 2071-2100 (referenciaidőszak: 1971-2000)

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: NATéR adatbázis



6.2 melléklet: épülethatároló szerkezetek sérülései, és az épülethatároló szerkezetek pontozása

Időjárási hatások alapján meghatározott szerkezeti pontszámok								
Épülethatároló szerkezetek			**Mit okoz az adott hatás?**			**Pontszám**		
Épületszerkezet, szerkezeti rendszer	**Alrendszer**		**hőmérséklet**	**csapadék**	**szél**	**hőmérséklet**	**csapadék**	**szél**
Tetőszerkezet, héjalás, kiegészítő elemek	Tetőidom	Lapos	X	medencehatás	szélszívás	0	3	2
		Magas	X	összetett tetőidom csatlakozásai (bádogozások) veszélyforrások	szélszívás és szélnyomás	0	2	2
	Terheltség lapostető esetén	Terheletlen	anyagfáradás, ridegedés	átnedvesedik a hőszigetelés	szélszívás	3	3	3
		Leterhelt	X	átnedvesedik a hőszigetelés	X	0	3	0
	Héjalás magastető esetén	Kiselemes	X	X	alákaphat	0	0	3
		Fém	hőmozgás	X	alákaphat	2	0	3
		Kévefedés	X	öregedés	alákaphat	0	2	4
	Vízelvezetés (rendszerszinten)	Külső	kifagyás	túlterhelés	X	2	3	0
		Belső	X	túlterhelés	X	0	4	0
	Kémény		X	X	szélnyomás, megmozdul, ledől a szerkezet	0	0	4
	Szegélyezés, bádogozás		hirtelen, fokozott hőmozgás	X	szívás	2	0	3
	Kiálló elemek, gépészet, napkollektor, napelem		hőmozgás	X	nyomás	2	0	3
Kiálló homlokzati elemek	Erkély, loggia, nagy kiülésű párkány		hőmozgás	beázás	X	2	3	0
Függőleges teherhordó szerkezetek, homlokzatképzéssel, illesztésekkel	Fal/pillér/oszlop	vályog, sár	X	elázás, felázás	X	0	3	0
		tégla, kő, kézi falazóelem	X	elázás, felázás	X	0	2	0
		közép-, vagy nagyblokk, öntött beton	X	elázás, felázás	X	0	2	0
		panel	illesztések öregedése	illesztések beázása	illesztések "eresztenek"	2	3	2
	Ha van hőszigetelés		X	átnedvesedés	szél leszakíthatja	0	2	3
Lábazat	Ha a teherhordó fal anyaga:	vályog, sár	X	elázás, felázás	X	0	4	0
		tégla, kő, kézi falazóelem	X	elázás, felázás	X	0	2	0
		közép-, vagy nagyblokk, öntött beton	X	X	X	0	1	0
		panel	X	X	X	0	1	0
	Ha van hőszigetelés		felfagyás	átnedvesedés	X	1	3	0
Nyílászáró	Nyílászáró		X	illesztések eresztése	illesztések eresztése	0	2	3
	Társított szerkezetek, pl. redőny		X	X	szívás	0	0	2
Pince			X	beázás	X	0	3	0
Alapozás	ha van alapozás		X	alámosás	X	0	2	0
	ha nincs alapozás		X	kimosás	X	0	4	0

6.3 melléklet: életkor-tényező

Az életkor-tényező szorzószámai

Az épület nagysága	**Falazat anyaga**	**szint-szám**	**-1946**	**1946-1980**	**1981-1990**	**1991-2000**	**2001-**
1-3 lakásos	vályog, sár	-5	1,30 (130%-os növekmény)	1,20 (120%-os növekmény)	1,10 (110%-os növekmény)		1,00 (nincs növekmény)
	tégla, kő, kézi falazóelem	-5					
4-9 lakásos	tégla, kő, kézi falazóelem	-5					
≥ 10 lakásos	tégla, kő, kézi falazóelem	-5					
		6-					
	közép-, vagy nagyblokk, öntött beton	-5					
		6-11					
		12-					
	panel	-5					
		6-11					
		12-					

6.4 melléklet: magassági-tényező

A magassági-tényező szorzószámai

Az épület nagysága	**Falazat anyaga**	**szint-szám**	**-1946**	**1946-1980**	**1981-1990**	**1991-2000**	**2001-**
1-3 lakásos	vályog, sár	-5	1,00 (nincs növekmény)				
	tégla, kő, kézi falazóelem	-5					
4-9 lakásos	tégla, kő, kézi falazóelem	-5					
≥ 10 lakásos	tégla, kő, kézi falazóelem	-5					
		6-	1,30 (130%-os növekmény)				
	közép-, vagy nagyblokk, öntött beton	-5		1,00 (nincs növekmény)			
		6-11		1,30 (130%-os növekmény)			
		12-		1,60 (160%-os növekmény)			
	panel	-5		1,00 (nincs növekmény)			
		6-11		1,30 (130%-os növekmény)			
		12-		1,60 (160%-os növekmény)			

6.5 melléklet: épületek összeállítása, „összelegózása”, SZUM pontszámok kialakulása, SZUMTOTÁL pontszámok

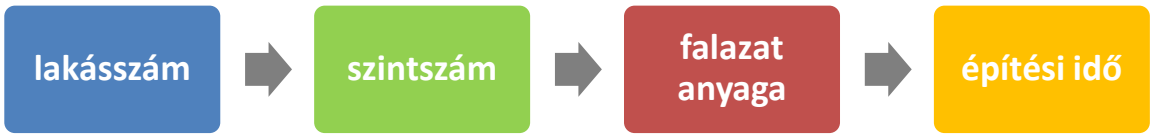
		Épülethatároló szerkezetek, az épület életkora valamint épületmagasság alapján meghatározott épület pontszámok																																
Épülettípus sorszáma	Kitettség fajtája	Tetőszerkezet, héjalás, kiegészítő elemek												Kiálló homlokzati elemek	Függőleges teherhordó szerkezetek, homlokzatképzéssel, illesztésekkel					Lábazat						Nyílászáró		Pince	Alapozás		SZUM	Életkor-tényező	Magassági-tényező	SZUMTOTAL
		Tetőidom		Terheltség lapos esetén		Héjalás magas esetén			Vízelvezetés		Kémény	Szegélyezés, bádogozás	Kiálló elemek, gépészet, napkollektor, napelem	Erkély, loggia, nagy küllésű párkány	Fal/pillér/oszlop				Ha van hőszigetelés	Ha a teherhordó fal anyaga:				Ha van hőszigetelés	Nyílászáró	Társított szerkezetek, pl. redőny		ha van alapozás	ha nincs alapozás				
		Lapos	Magas	Terheletlen	Leterhelt	Kiselemes	Fém	Kévefedés	Külső	Belső					vályog, sár	tégla, kő, kézi falazóelem	közép-, vagy nagyblokk, öntött beton	panel		vályog, sár	tégla, kő, kézi falazóelem	közép-, vagy nagyblokk, öntött beton	panel									
	HŐMÉRSÉKLET	0	0	3	0	0	2	0	2	0	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0					
	CSAPADÉK	3	2	3	3	0	0	2	3	4	0	0	0	3	3	2	2	3	2	4	2	1	1	3	2	0	3	2	4					
	SZÉL	2	2	3	0	3	3	4	0	0	4	3	3	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0					
1	**1**	**nem**	**igen**	**nem**		**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**					
1	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,3	1	**2,6**	
1	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	4	20	1,3	1	**26**	
1	**SZÉL**	0	2	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	13	1,3	1	**16,9**	
2	**2**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**					
2	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1,2	1	**4,8**	
2	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	0	0	2	0	16	1,2	1	**19,2**	
2	**SZÉL**	0	2	0	0	3	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	17	1,2	1	**20,4**	
3	**3**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**					
3	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1,1	1	**4,4**	
3	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	0	0	2	0	16	1,1	1	**17,6**	
3	**SZÉL**	0	2	0	0	3	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	17	1,1	1	**18,7**	
4	**4**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**					
4	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1,3	1	**5,2**	
4	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	13	1,3	1	**16,9**	
4	**SZÉL**	0	2	0	0	3	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	15	1,3	1	**19,5**	
5	**5**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**					
5	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1,2	1	**4,8**	
5	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	13	1,2	1	**15,6**	
5	**SZÉL**	0	2	0	0	3	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	17	1,2	1	**20,4**	

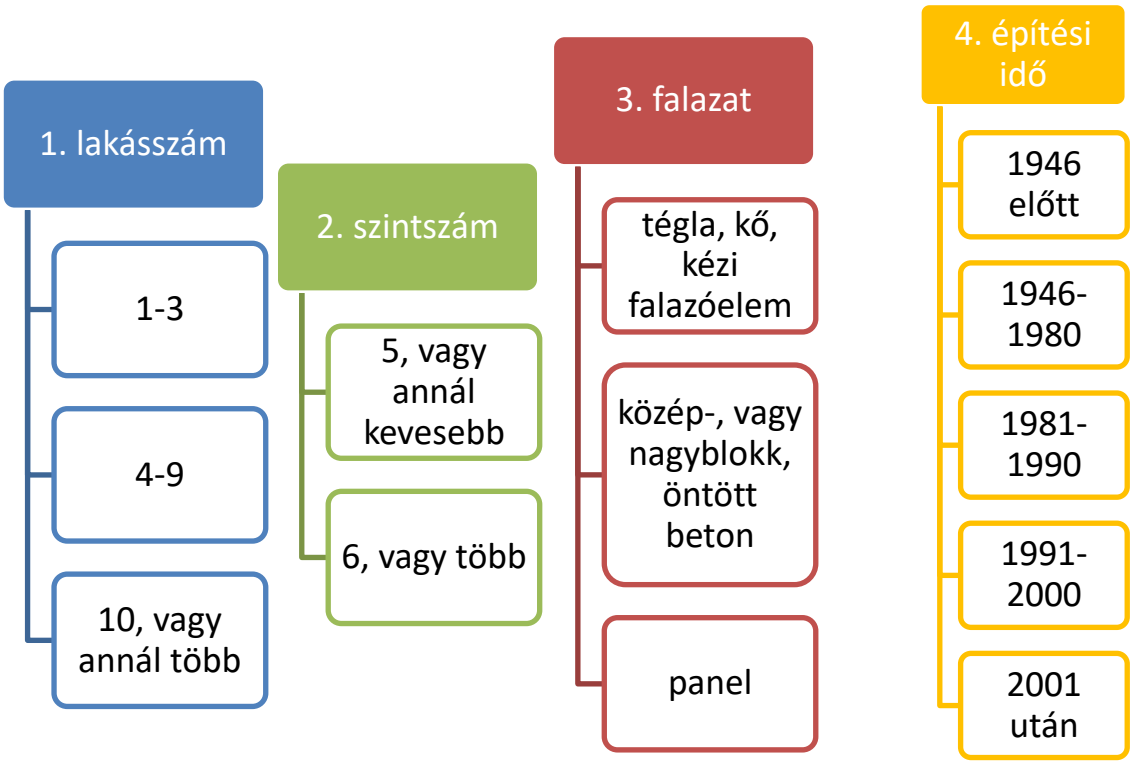
6	**6**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**				
6	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1,1	1	**6,6**
6	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	16	1,1	1	**17,6**
6	**SZÉL**	0	2	0	0	3	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	17	1,1	1	**18,7**
7	**7**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**				
7	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	1	1	**7**
7	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	3	2	0	0	2	0	18	1	1	**18**
7	**SZÉL**	0	2	0	0	3	0	0	0	0	4	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	23	1	1	**23**
8	**8**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**				
8	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1,3	1	**7,8**
8	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	3	0	0	17	1,3	1	**22,1**
8	**SZÉL**	0	2	0	0	3	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	17	1,3	1	**22,1**
9	**9**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**				
9	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1,2	1	**7,2**
9	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	3	0	0	18	1,2	1	**21,6**
9	**SZÉL**	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	16	1,2	1	**19,2**
10	**10**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**				
10	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1,1	1	**6,6**
10	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	3	0	0	17	1,1	1	**18,7**
10	**SZÉL**	0	2	0	0	3	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	17	1,1	1	**18,7**
11	**11**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**				
11	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	1	1	**7**
11	**CSAPADÉK**	3	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	2	0	0	2	0	2	0	0	3	2	0	3	0	0	27	1	1	**27**
11	**SZÉL**	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	16	1	1	**16**
12	**12**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**				
12	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1,3	1	**7,8**
12	**CSAPADÉK**	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	3	0	0	17	1,3	1	**22,1**
12	**SZÉL**	0	2	0	0	3	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	17	1,3	1,3	**28,73**
13	**13**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**				
13	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	1	1	**7**
13	**CSAPADÉK**	3	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	2	0	0	2	0	2	0	0	3	2	0	3	0	0	27	1	1	**27**
13	**SZÉL**	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	16	1	1,3	**20,8**
14	**14**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**				
14	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1,15	1	**8,05**
14	**CSAPADÉK**	3	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	20	1,15	1	**23**
14	**SZÉL**	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	11	1,15	1	**12,65**
15	**15**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**igen**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**				
15	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1,15	1	**8,05**
15	**CSAPADÉK**	3	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	20	1,15	1	**23**
15	**SZÉL**	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	13	1,15	1,3	**19,435**

16	**16**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**				
16	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1,2	1	**13,2**
16	**CSAPADÉK**	3	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	2	0	3	0	0	22	1,2	1	**26,4**
16	**SZÉL**	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	18	1,2	1	**21,6**
17	**17**	**igen**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**nem**	**nem**	**nem**	**igen**	**nem**	**igen**	**igen**	**igen**	**nem**	**nem**				
17	**HŐMÉRSÉKLET**	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1,2	1	**13,2**
17	**CSAPADÉK**	3	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	2	0	3	0	0	22	1,2	1	**26,4**
17	**SZÉL**	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	18	1,2	1,3	**28,08**

6.6 Segédlet az épülettípusok beazonosításához

Épülettípusok meghatározása 4 kérdés megválaszolásával





Típusba sorolás

<table>
<tr><th rowspan="2" colspan="2">Lakásszám</th><th rowspan="2">Falazat anyaga</th><th rowspan="2">Szintszám</th><th colspan="5">Építési idő</th></tr>
<tr><th>-1946</th><th>1946-1980</th><th>1981-1990</th><th>1991-2000</th><th>2001-</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1-3 lakásos épület, családi ház</td><td>vályog, sár</td><td></td><td>1.</td><td>2.</td><td colspan="3">3.</td></tr>
<tr><td>tégla, kő, kézi falazóelem</td><td></td><td>4.</td><td>5.</td><td colspan="2">6.</td><td>7.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4-9 lakásos épület, kis társasház</td><td rowspan="2">tégla, kő, kézi falazóelem</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">8.</td><td rowspan="2">9.</td><td colspan="2" rowspan="2">10.</td><td rowspan="2">11.</td></tr>
<tr><td rowspan="8">10 vagy több lakásos épület, nagy társasház</td></tr>
<tr><td rowspan="2">tégla, kő, kézi falazóelem</td><td>-5</td></tr>
<tr><td>6-</td><td colspan="2">12.</td><td>13.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">közép-, vagy nagyblokk, öntött beton</td><td>-5</td><td></td><td colspan="3">14.</td><td></td></tr>
<tr><td>6-11</td><td></td><td colspan="3" rowspan="2">15.</td><td></td></tr>
<tr><td>12-</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">panel</td><td>-5</td><td></td><td colspan="3">16.</td><td></td></tr>
<tr><td>6-11</td><td></td><td colspan="3" rowspan="2">17.</td><td></td></tr>
<tr><td>12-</td><td></td><td></td></tr>
</table>

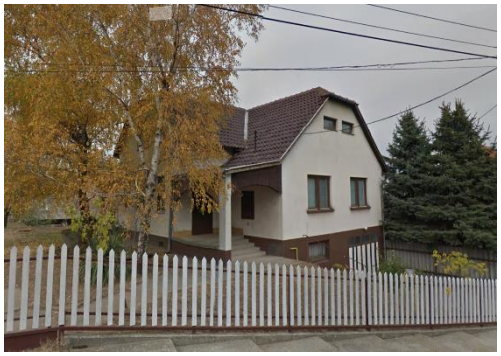
Épülettípus-azonosító	**01**
Rövid név	vályog családiház
Minta épületek:	
építés éve	- 1946
lakásszám	1-3 lakás
falazat anyaga	vályog, sár
szintszám	általában kevesebb, mint 5

Épülettípus-azonosító	**02**
Rövid név	vályog családiház
Minta épületek:	
építés éve	1946-1980
lakásszám	1-3 lakás
falazat anyaga	vályog, sár
szintszám	általában kevesebb, mint 5

Épülettípus-azonosító	**03**
Rövid név	vályog családiház
Minta épületek:	
építés éve	1981-
lakásszám	1-3 lakás
falazat anyaga	vályog, sár
szintszám	általában kevesebb, mint 5

Épülettípus-azonosító	**04**
Rövid név	tégla családiház
Minta épületek:	
építés éve	- 1946
lakásszám	1-3 lakás
falazat anyaga	tégla, kő, kézi falazóelem
szintszám	általában kevesebb, mint 5

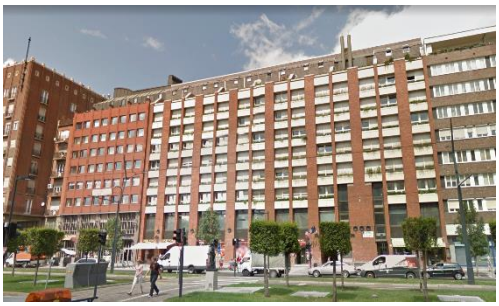
Épülettípus-azonosító	**05**
Rövid név	tégla családiház
Minta épületek:	
építés éve	1946-1980
lakásszám	1-3 lakás
falazat anyaga	tégla, kő, kézi falazóelem
szintszám	általában kevesebb, mint 5

Épülettípus-azonosító	**06**
Rövid név	tégla családiház
Minta épületek: 	
építés éve	1981-2000
lakásszám	1-3 lakás
falazat anyaga	tégla, kő, kézi falazóelem
szintszám	általában kevesebb, mint 5

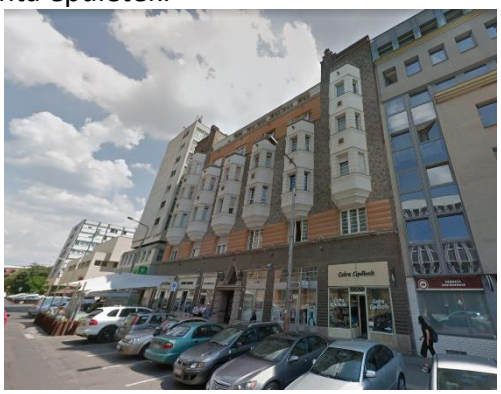
Épülettípus-azonosító	**07**
Rövid név	tégla családiház
Minta épületek:	
építés éve	2001 -
lakásszám	1-3 lakás
falazat anyaga	tégla, kő, kézi falazóelem
szintszám	általában kevesebb, mint 5

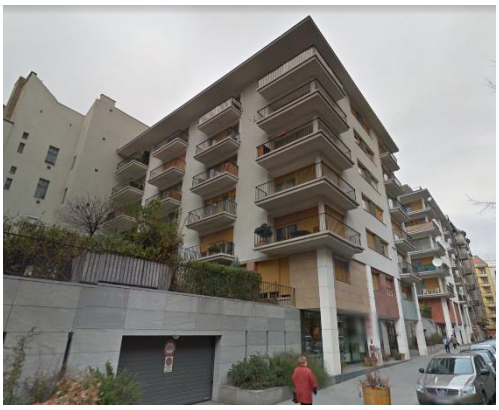
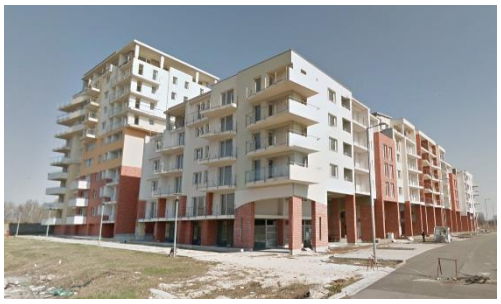
Épülettípus-azonosító	**08**
Rövid név	tégla társasház
Minta épületek:	
építés éve	- 1946
lakásszám	4 -
falazat anyaga	tégla, kő, kézi falazóelem
szintszám	- 5

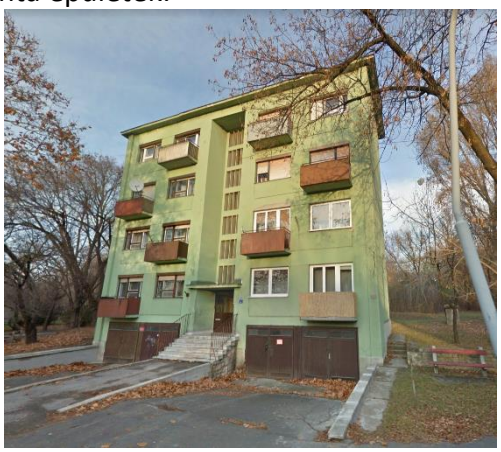
Épülettípus-azonosító	**09**
Rövid név	tégla társasház
Minta épületek:	
építés éve	1946-1980
lakásszám	4 -
falazat anyaga	tégla, kő, kézi falazóelem
szintszám	- 5

Épülettípus-azonosító	**10**
Rövid név	tégla társasház
Minta épületek: 	
építés éve	1981-2000
lakásszám	4 -
falazat anyaga	tégla, kő, kézi falazóelem
szintszám	- 5

Épülettípus-azonosító	**11**
Rövid név	tégla társasház
Minta épületek:	
építés éve	2001 -
lakásszám	4 -
falazat anyaga	tégla, kő, kézi falazóelem
szintszám	- 5

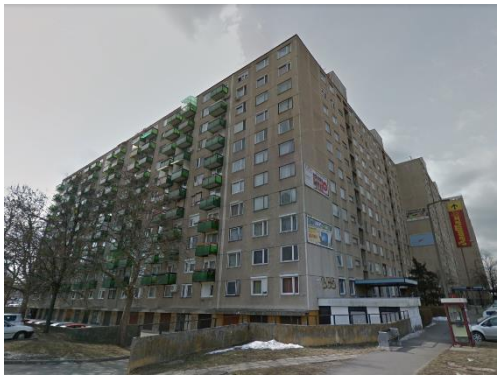
Épülettípus-azonosító	**12**
Rövid név	tégla társasház
Minta épületek: 	
építés éve	- 1980
lakásszám	4 -
falazat anyaga	tégla, kő, kézi falazóelem
szintszám	6 -

Épülettípus-azonosító	**13**
Rövid név	tégla társasház
Minta épületek:  	
építés éve	2001 -
lakásszám	4 -
falazat anyaga	tégla, kő, kézi falazóelem
szintszám	6 -

Épülettípus-azonosító	**14**
Rövid név	iparosított technológiával épült társasház
Minta épületek: 	
építés éve	1946-2000
lakásszám	4 -
falazat anyaga	közép-, vagy nagyblokk, öntött beton
szintszám	- 5

Épülettípus-azonosító	**15**
Rövid név	iparosított technológiával épült társasház
Minta épületek:	
építés éve	1946-2000
lakásszám	4 -
falazat anyaga	közép-, vagy nagyblokk, öntött beton
szintszám	6 -

Épülettípus-azonosító	**16**
Rövid név	iparosított technológiával épült társasház
Minta épületek:	
építés éve	1946-2000
lakásszám	4 -
falazat anyaga	panel
szintszám	- 5

Épülettípus-azonosító	**17**
Rövid név	iparosított technológiával épült társasház
Minta épületek: 	
építés éve	1946-2000
lakásszám	4 -
falazat anyaga	panel
szintszám	6 -

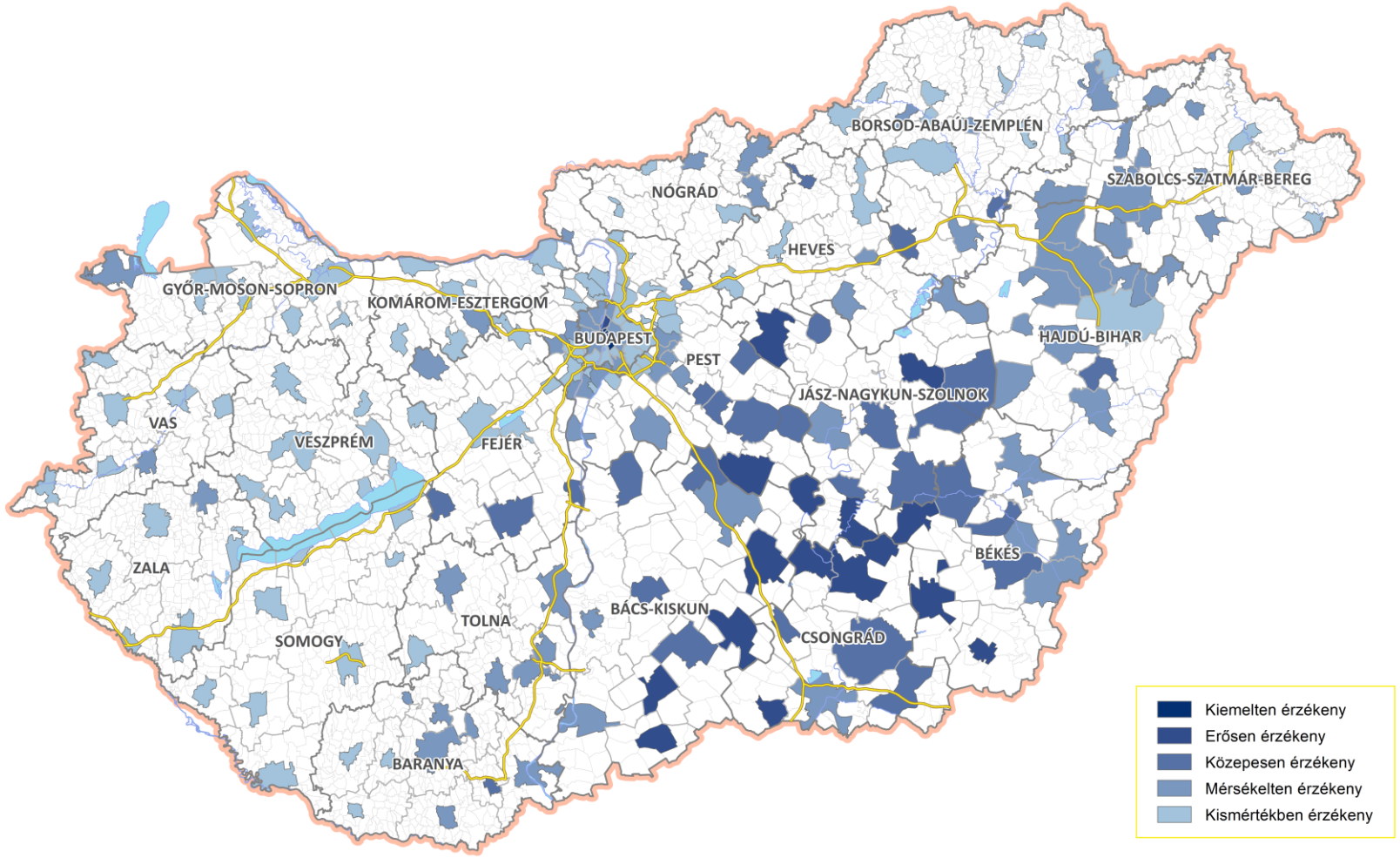
6.7 Érzékenységgel kapcsolatos eredménytérképek

LECHNER TUDÁSKÖZPONT

ÉPÜLETÉRZÉKENYSÉG A 30/MM-T MEGHALADÓ CSAPADÉKESEMÉNYEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSÁVAL SZEMBEN

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Saját szerkesztés a KSH adatok felhasználásával

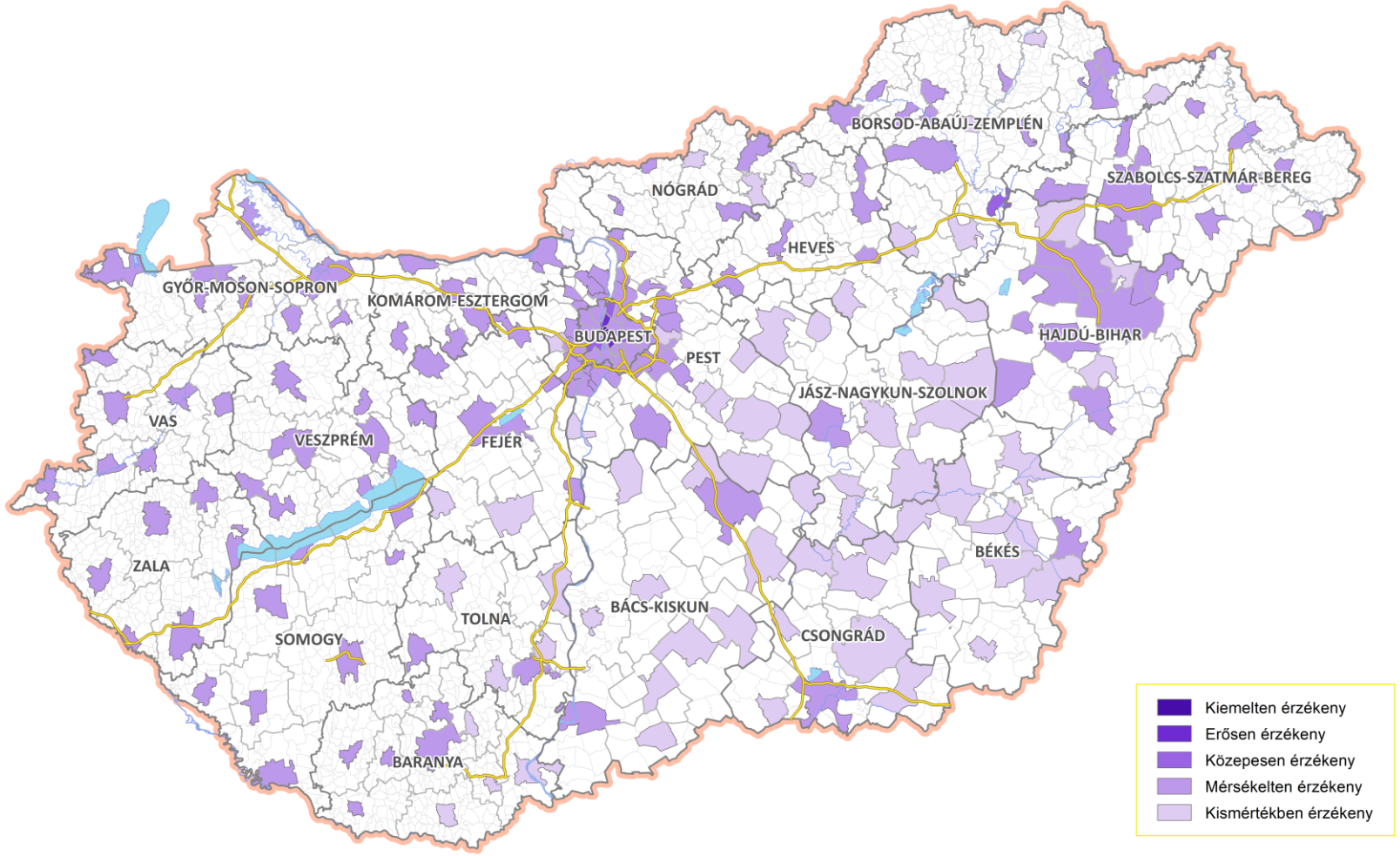


LECHNER TUDÁSKÖZPONT

TELEPÜLÉSI SZINTŰ ÉPÜLETÉRZÉKENYSÉG A 85 KM/H-T MEGHALADÓ SZÉLLÖKÉSEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Saját szerkesztés a KSH adatok felhasználásával

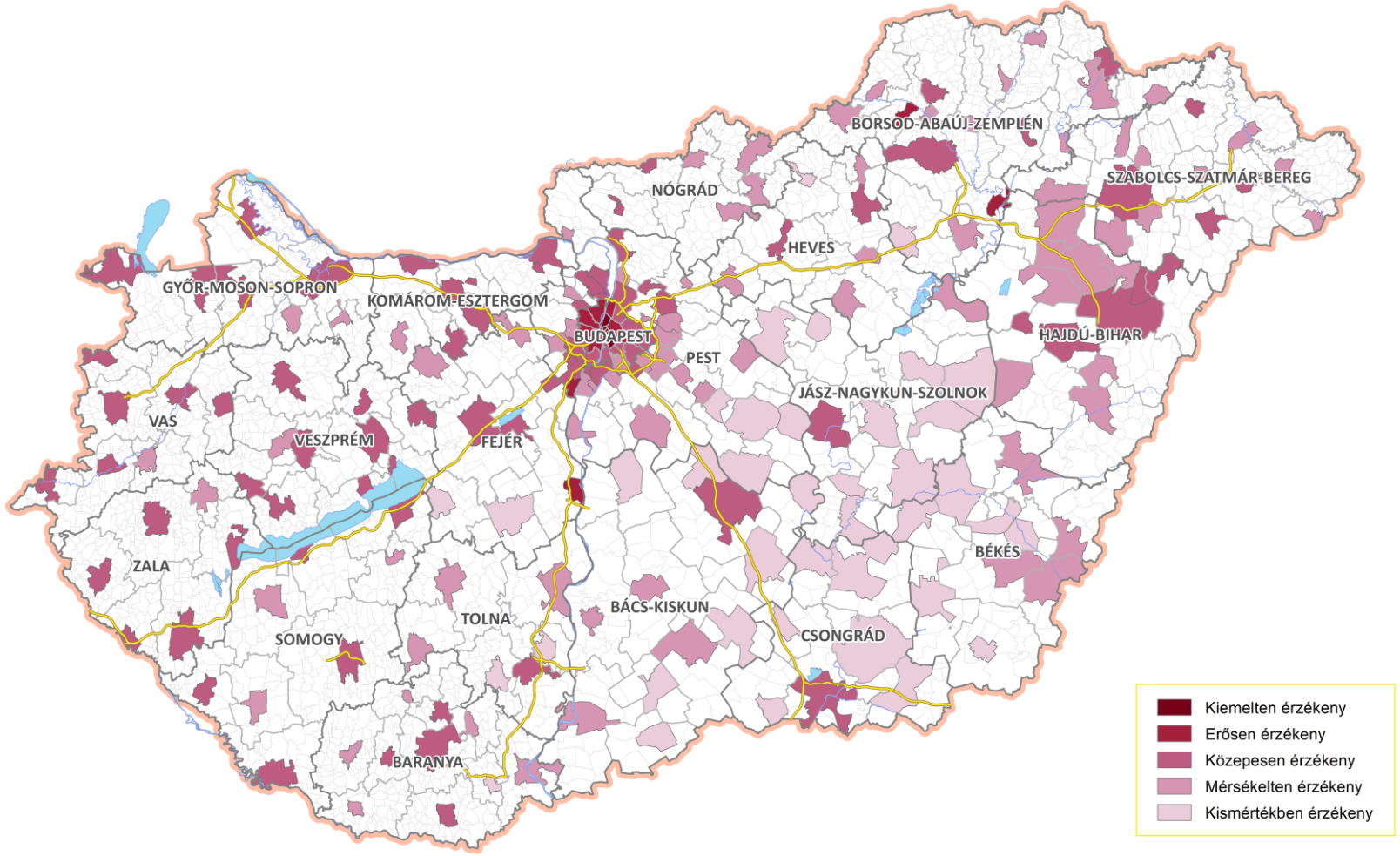


LECHNER TUDÁSKÖZPONT

TELEPÜLÉSI SZINTŰ ÉPÜLETÉRZÉKENYSÉG A HIRTELEN HŐMÉRSÉKLETESÉSSEL (10°C 3 ÓRA ALATT) ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Saját szerkesztés a KSH adatok felhasználásával



6.8 Várható hatásokkal kapcsolatos eredménytérképek

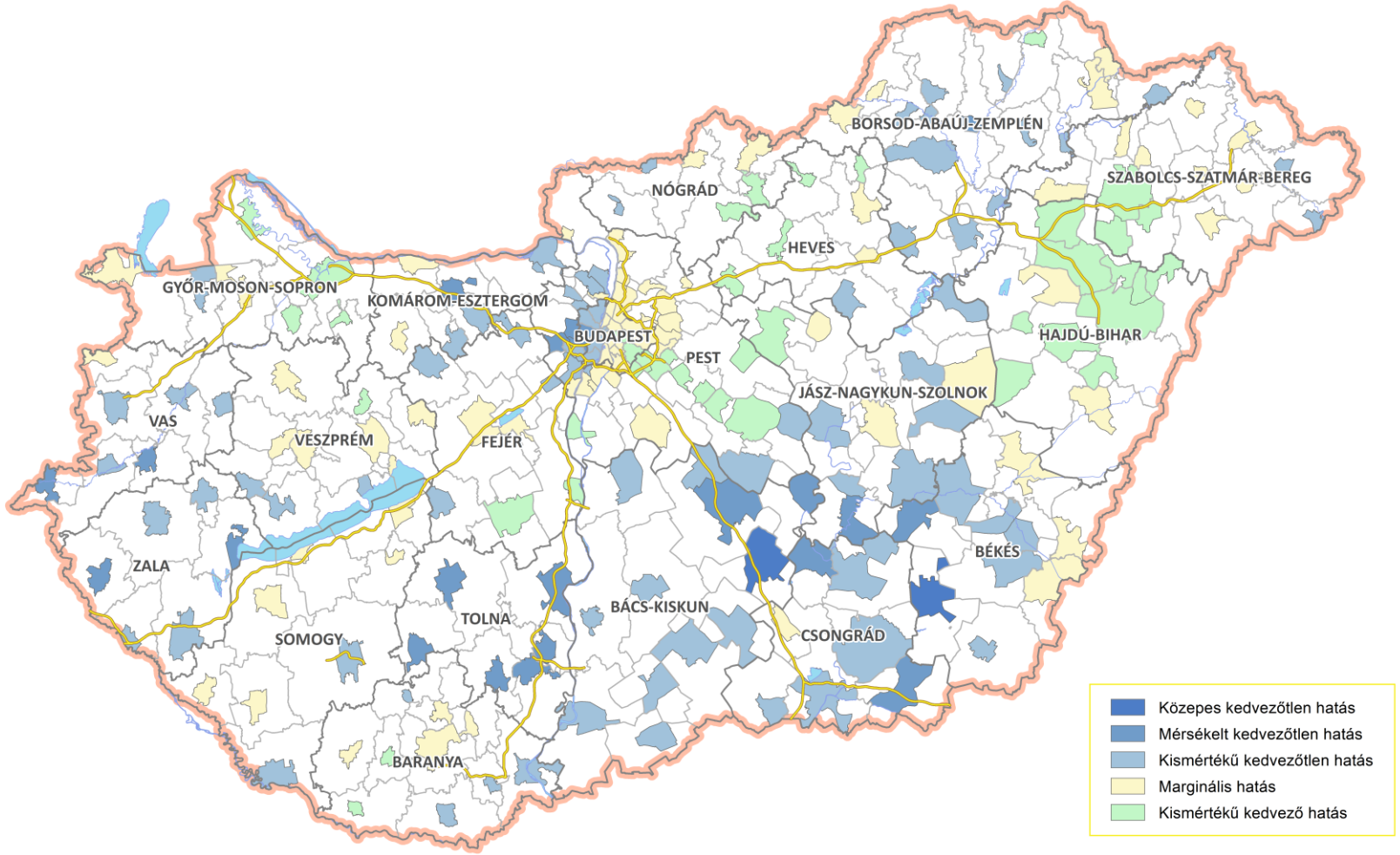
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

30 MM CSAPADÉKÖSSZEGŰ NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSÁVAL KAPCSOLATOS HATÁS

Vizsgált időszak: 2021-2050, CNRM-CM5, RCP4.5

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Saját szerkesztés a KSH adatok felhasználásával



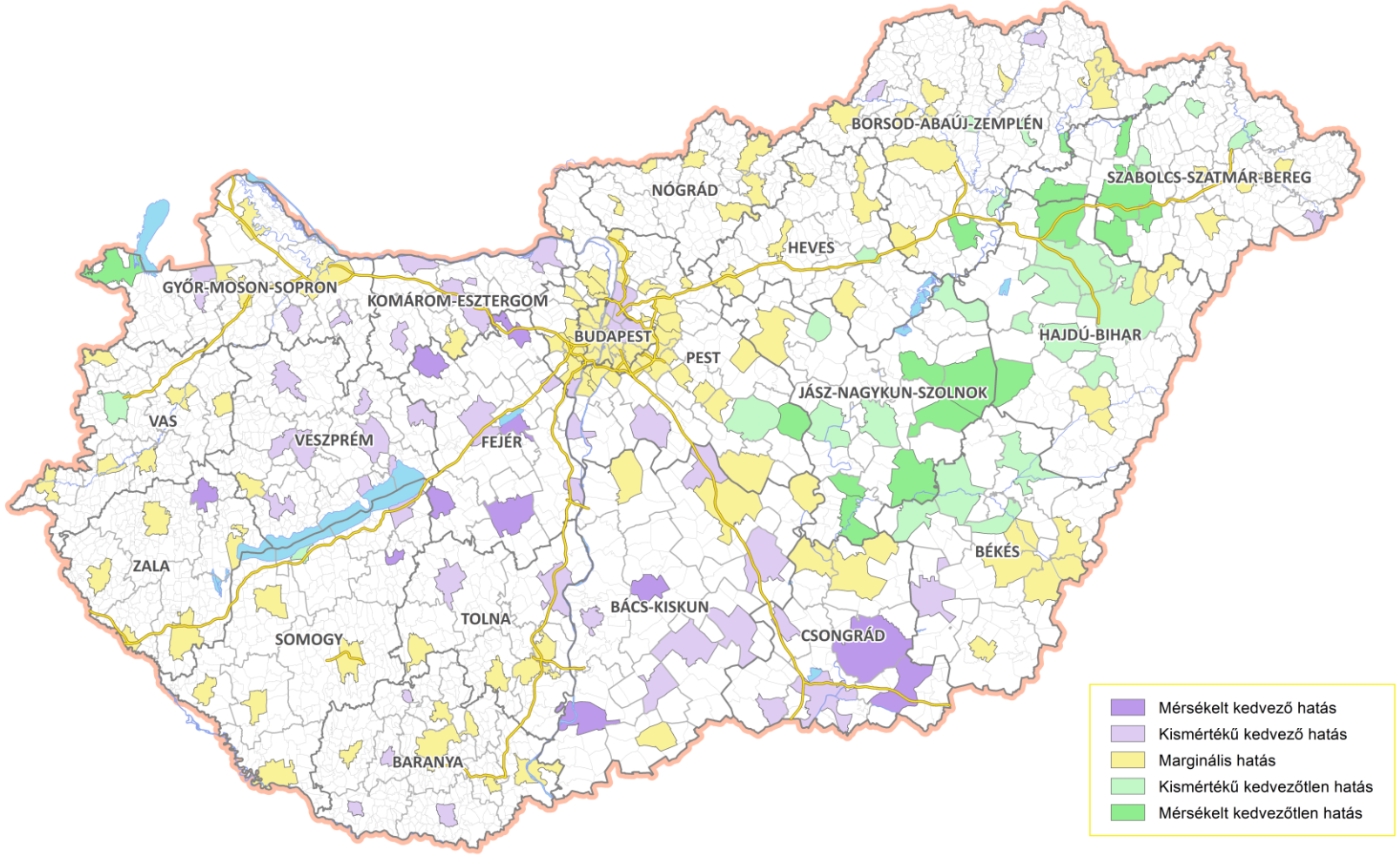
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

85KM/H-T MEGHALADÓ SZÉLLÖKÉSEKKEL ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSÁVAL KAPCSOLATOS HATÁS

Vizsgált időszak: 2021-2050, CNRM-CM5, RCP4.5

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Saját szerkesztés a KSH és NATéR adatok felhasználásával



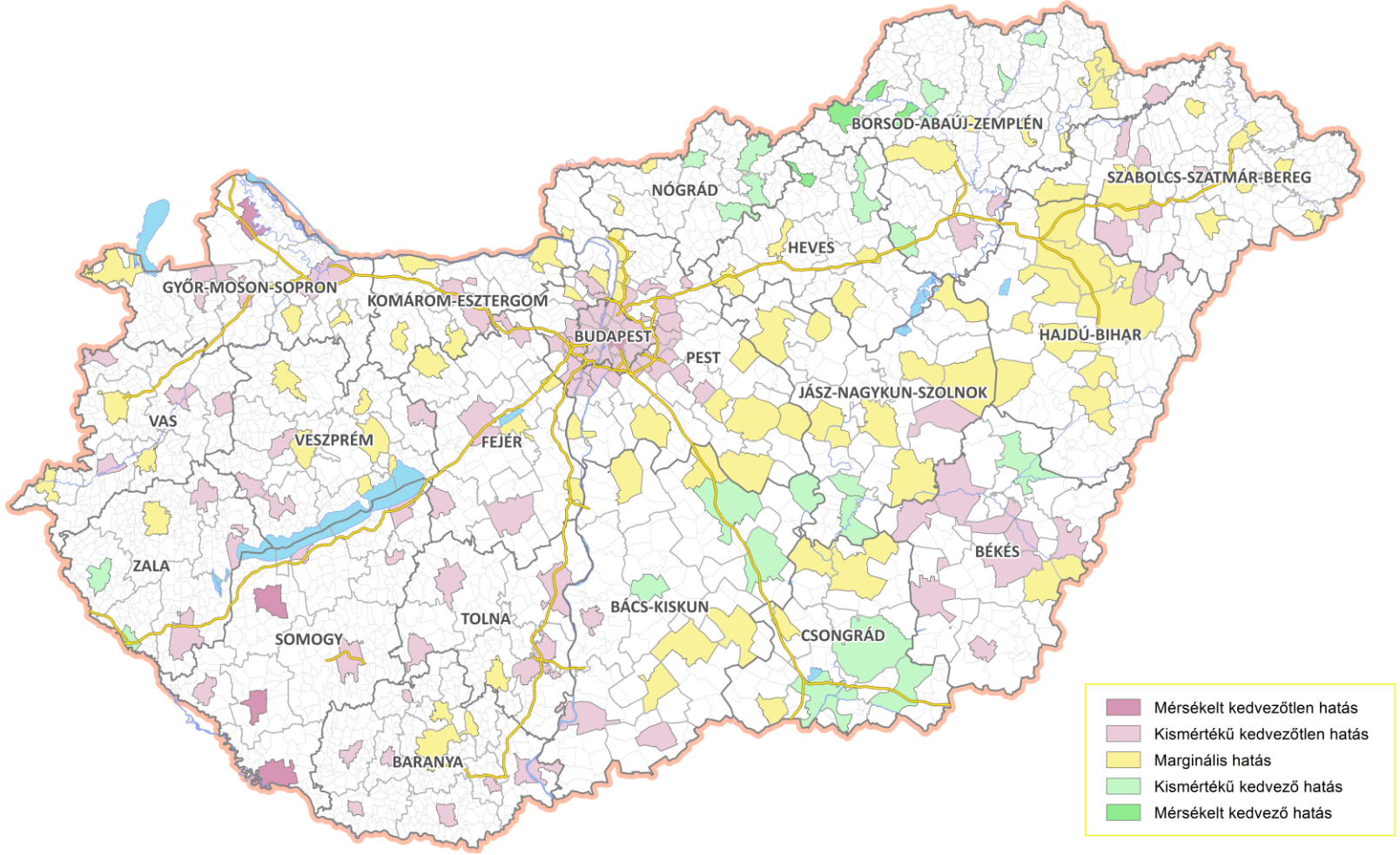
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

JELENTŐS HŐMÉRSÉKLETESÉSSEL (10 °C/3ÓRA) ÉRINTETT NAPOK ÉVES ÁTLAGOS SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSÁVAL KAPCSOLATOS HATÁS

Vizsgált időszak: 2021-2050, CNRM-CM5, RCP4.5

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Saját szerkesztés a KSH és NATéR adatok felhasználásával



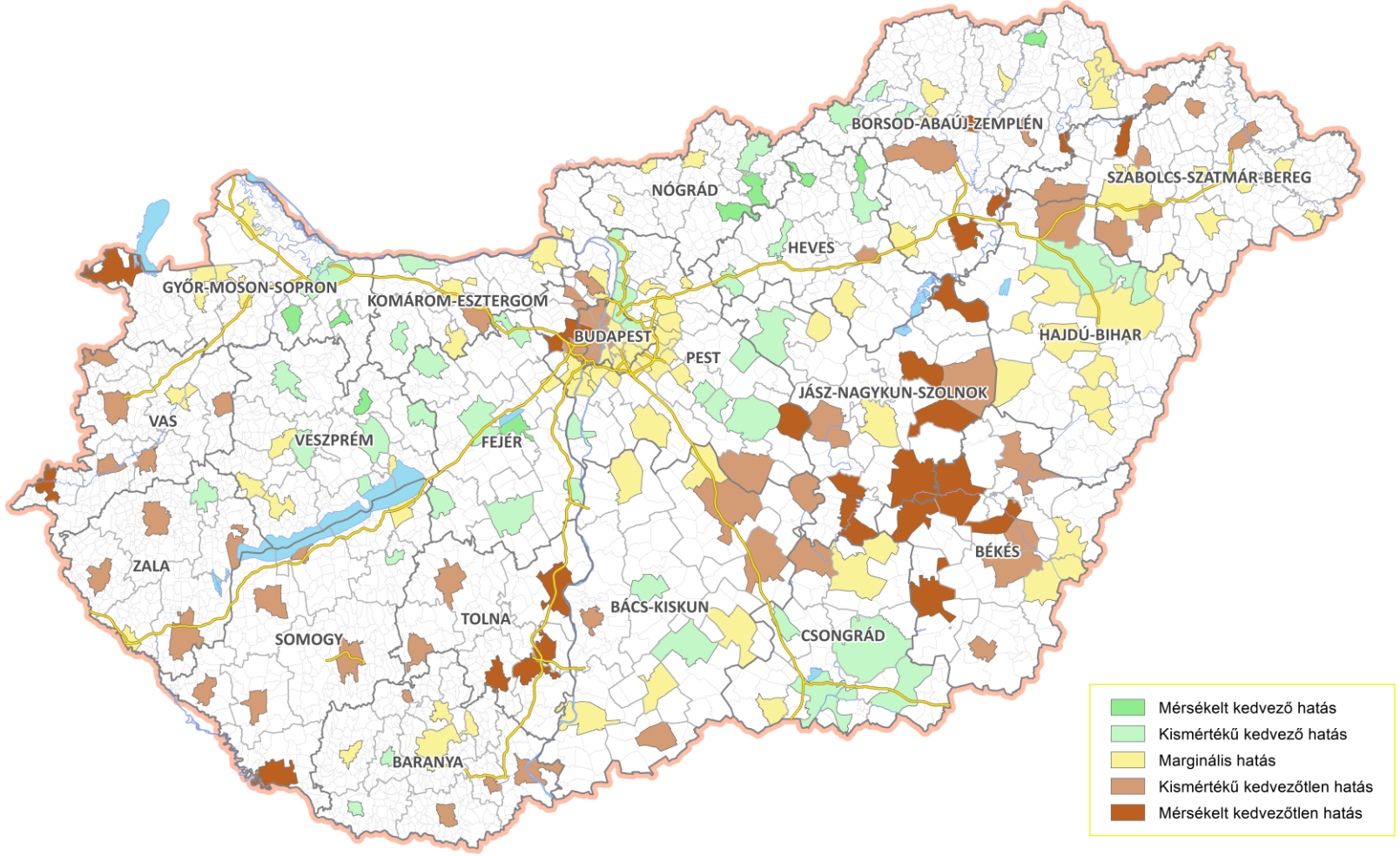
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

AGGREGÁLT HATÁS

Vizsgált időszak: 2021-2050, CNRM-CM5, RCP4.5

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Saját szerkesztés a KSH és NATéR adatok felhasználásával



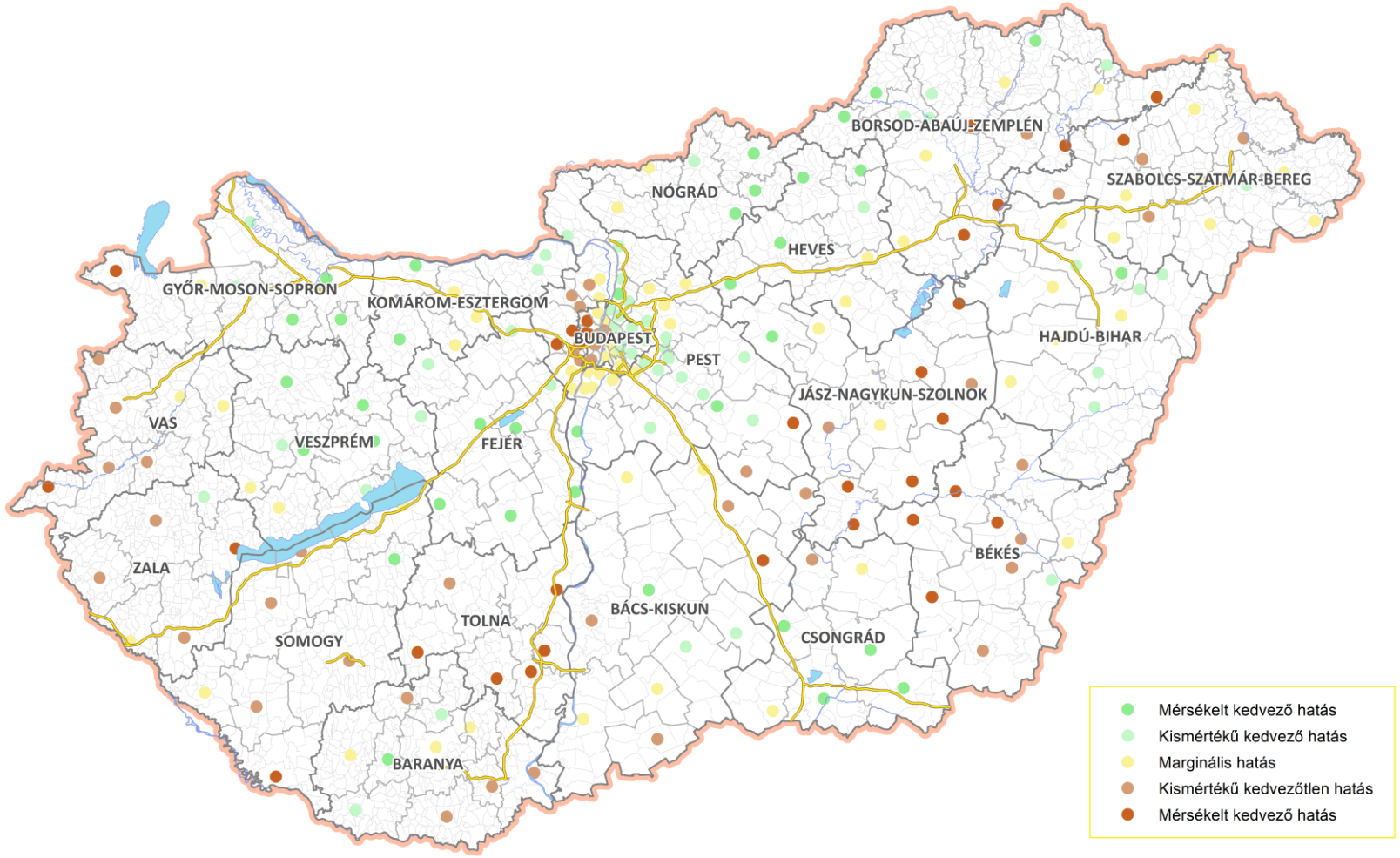
LECHNER TUDÁSKÖZPONT

AGGREGÁLT HATÁS

Vizsgált időszak: 2021-2050, CNRM-CM5, RCP4.5

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Saját szerkesztés a KSH és NATéR adatok felhasználásával



6.9 Alkalmazkodó képességgel kapcsolatos eredménytérképek

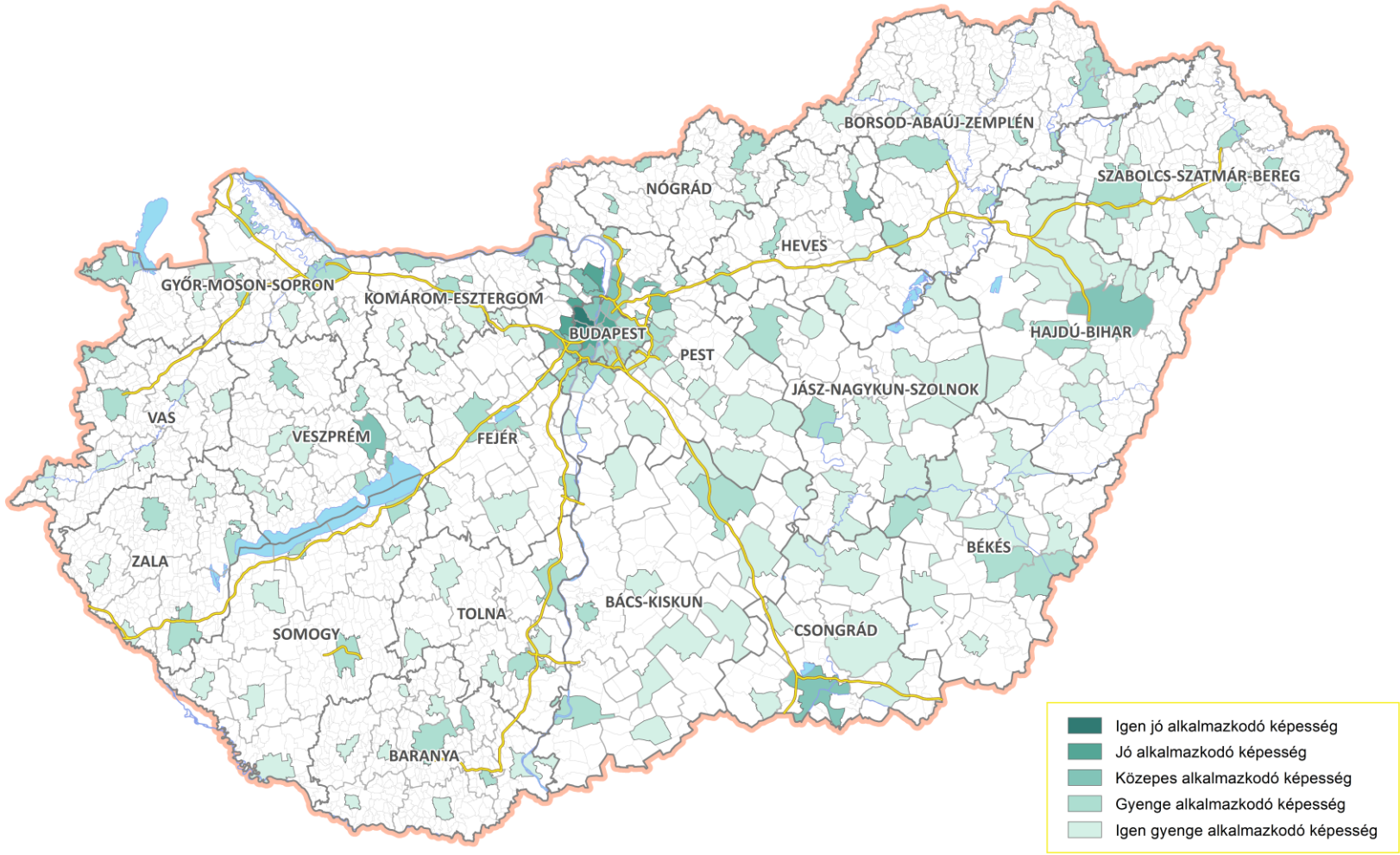
Alkalmazkodó képesség alapmutatók

LECHNER TUDÁSKÖZPONT

FELSŐFOKÚ VÉGZETTSÉGŰ NÉPESSÉG ARÁNYÁVAL KAPCSOLATOS ALKALMAZKODÓ KÉPESSÉG

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: KSH Népszámlálás, 2011

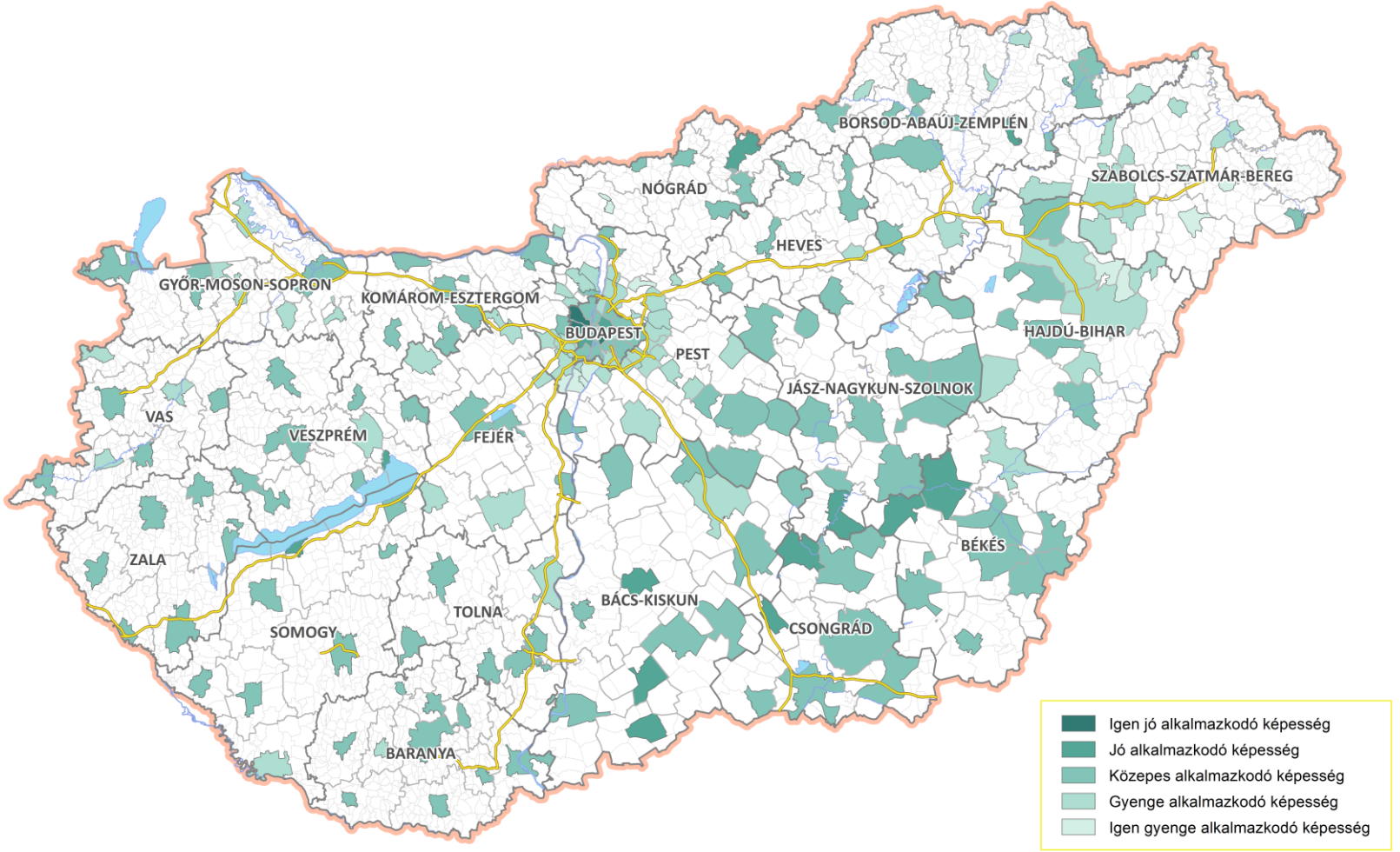


LECHNER TUDÁSKÖZPONT

IDŐS NÉPESSÉG ARÁNYÁVAL KAPCSOLATOS ALKALMAZKODÓ KÉPESSÉG

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: KSH Népszámlálás, 2011

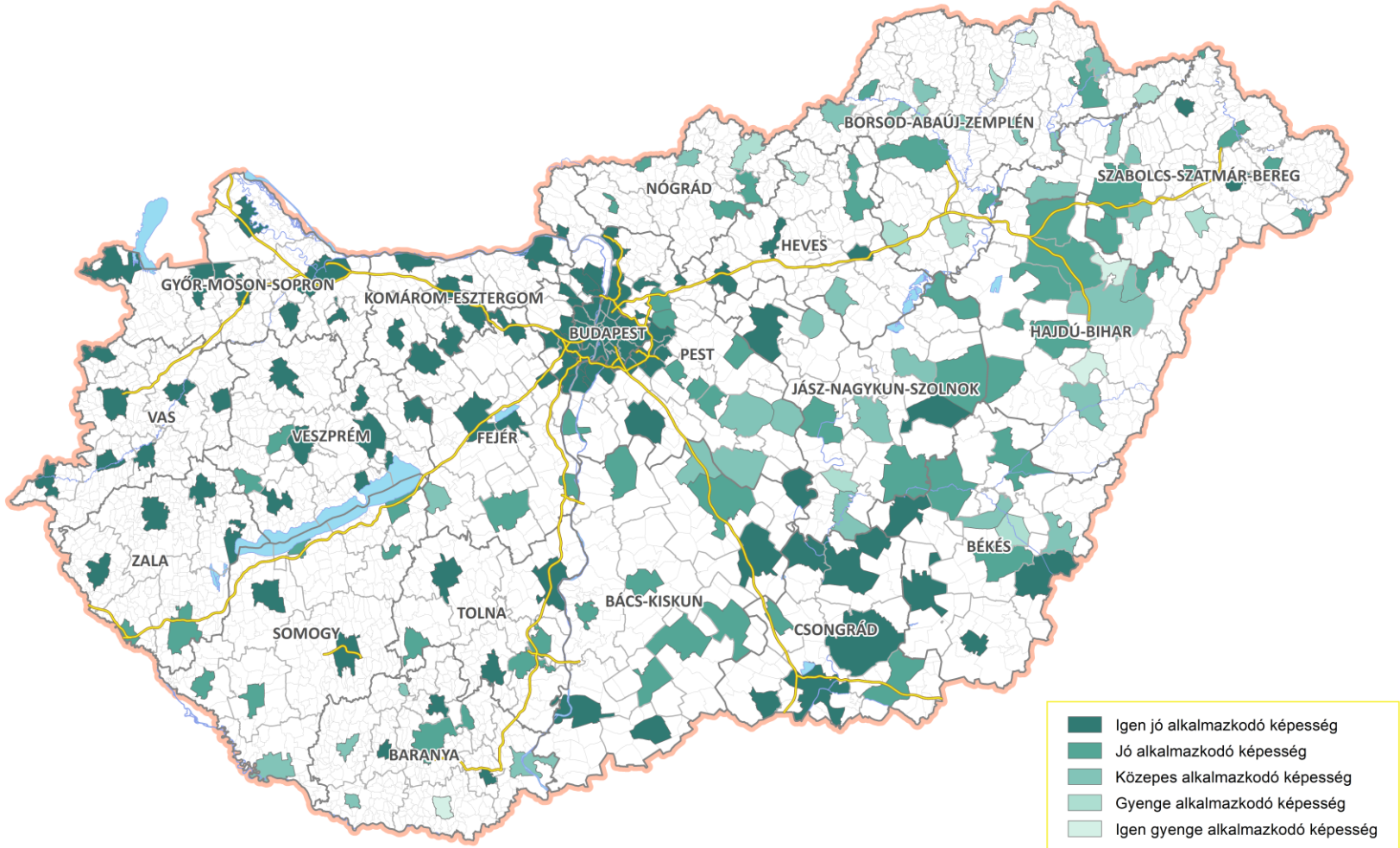


LECHNER TUDÁSKÖZPONT

REGISZTRÁLT MUNKANÉLKÜLIEK ARÁNYÁVAL KAPCSOLATOS ALKALMAZKODÓ KÉPESSÉG

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: TeIR, 2016

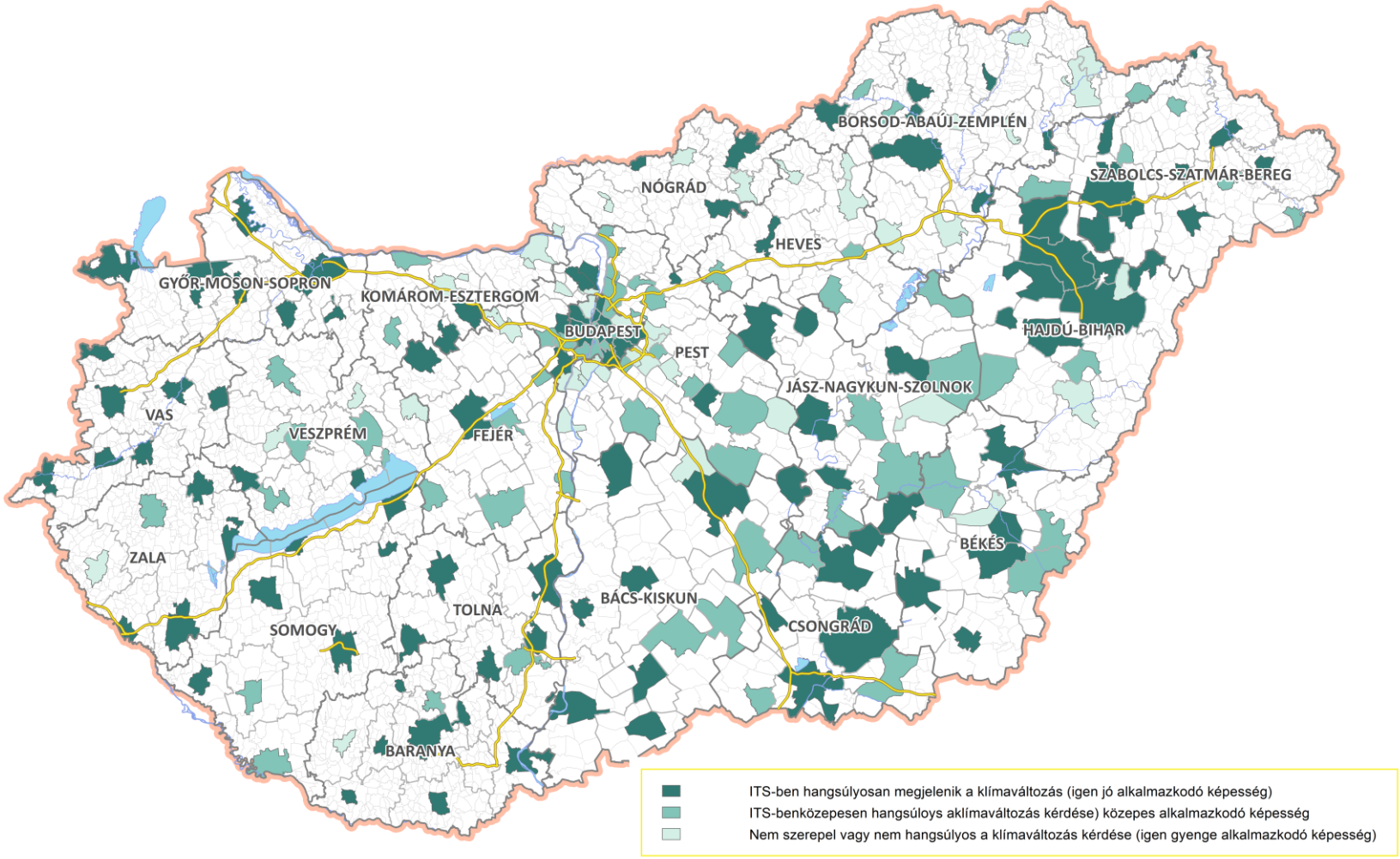


LECHNER TUDÁSKÖZPONT

A KLÍMAVÁLTOZÁS TÉMAKÖRÉNEK ITS-BEN VALÓ SZEREPELTETÉSÉVEL KAPCSOLATOS ALKALMAZKODÓ KÉPESSÉG

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Települési ITS-ek

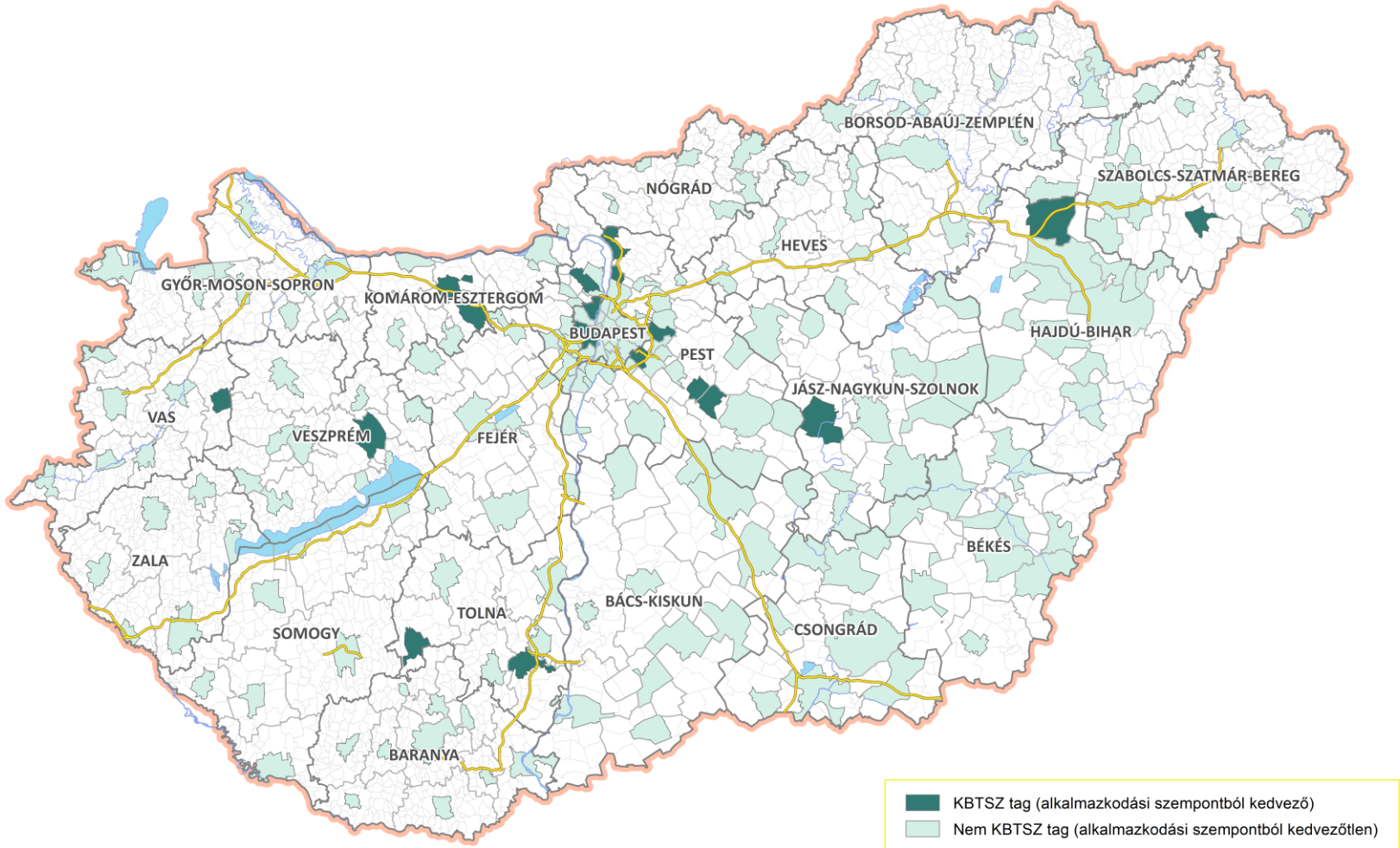


LECHNER TUDÁSKÖZPONT

KLÍMABARÁT TELEPÜLÉSEK SZÖVETSÉGÉBEN VALÓ RÉSZVÉTELLEL KAPCSOLATOS ALKALMAZKODÓ KÉPESSÉG

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: http://klimabarat.sreter.eu/, 2018

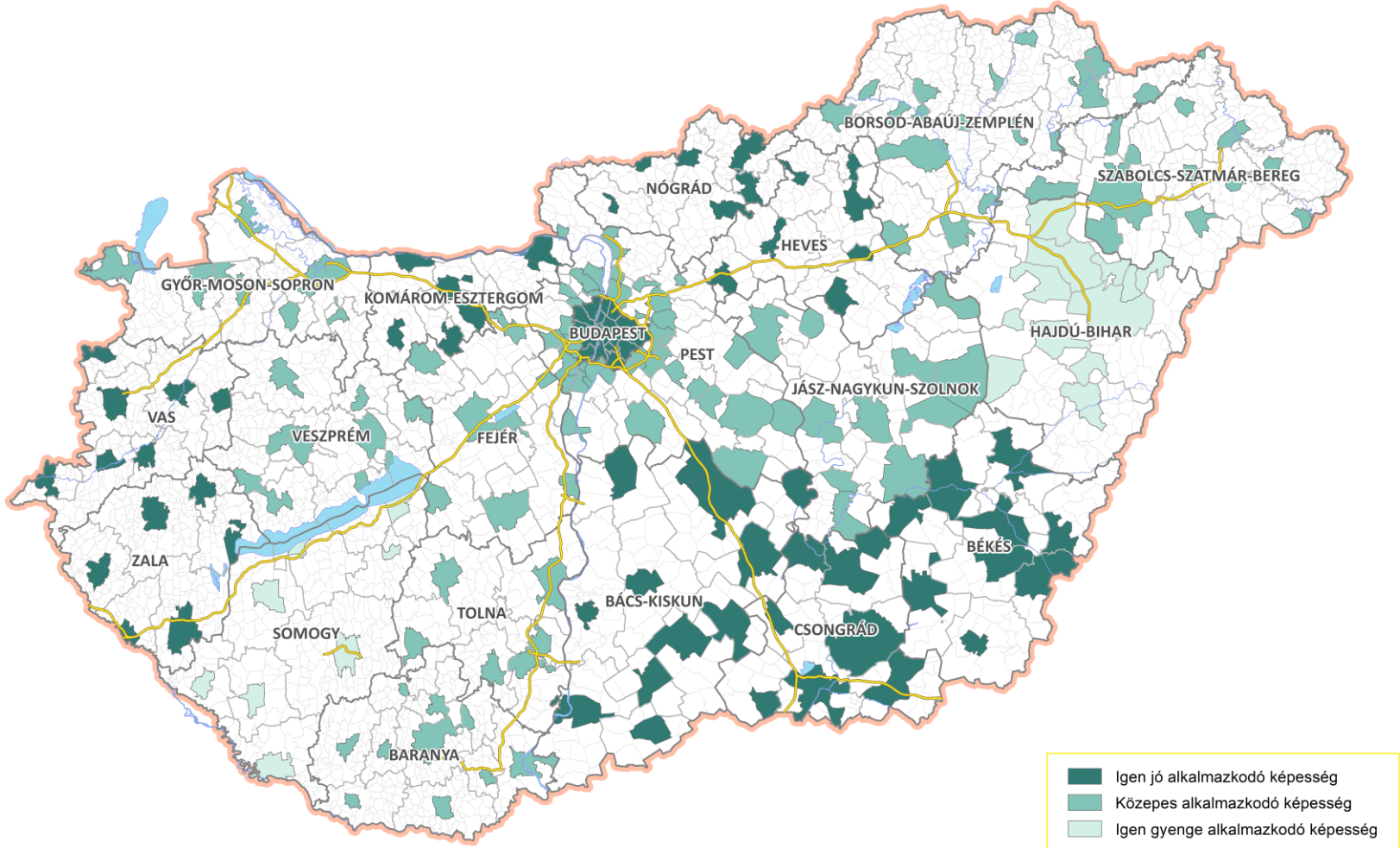


LECHNER TUDÁSKÖZPONT

ÖNKORMÁNYZATI TUDATOSSÁGGAL (ÉGHAJLATVÁLTOZÁS FONTOSSÁGA AZ ÖNKORMÁNYZAT SZERINT) KAPCSOLATOS ALKALMAZKODÓ KÉPESSÉG

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Magyar Természetvédők Szövetsége

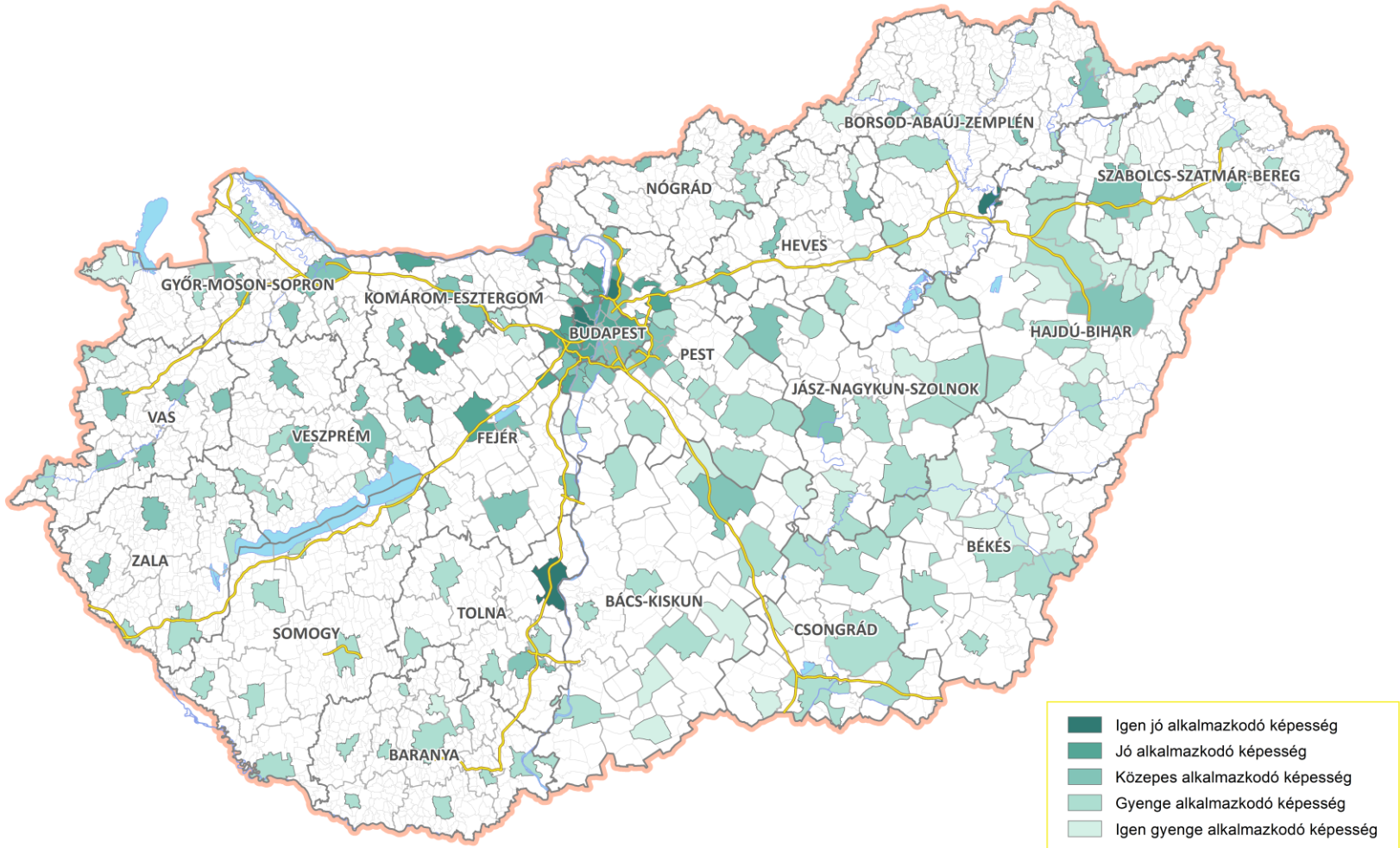


LECHNER TUDÁSKÖZPONT

EGY FŐRE JUTÓ JÖVEDELEMMEL KAPCSOLATOS ALKALMAZKODÓ KÉPESSÉG

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása:NAV, 2016

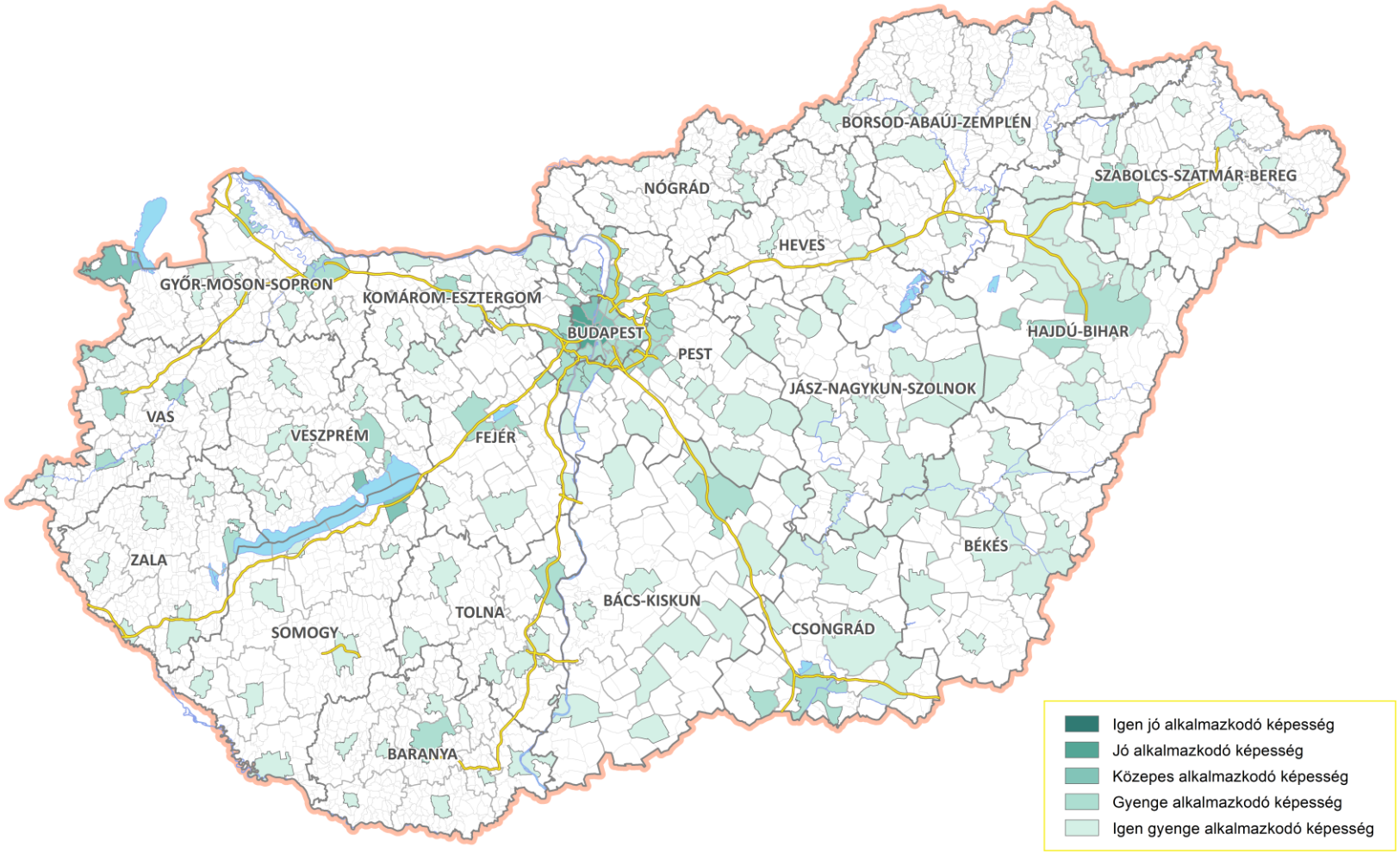


LECHNER TUDÁSKÖZPONT

INGATLANÁRAK ALAPJÁN BECSÜLT ALKALMAZKODÓ KÉPESSÉG

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: KSH, Ingatlannet



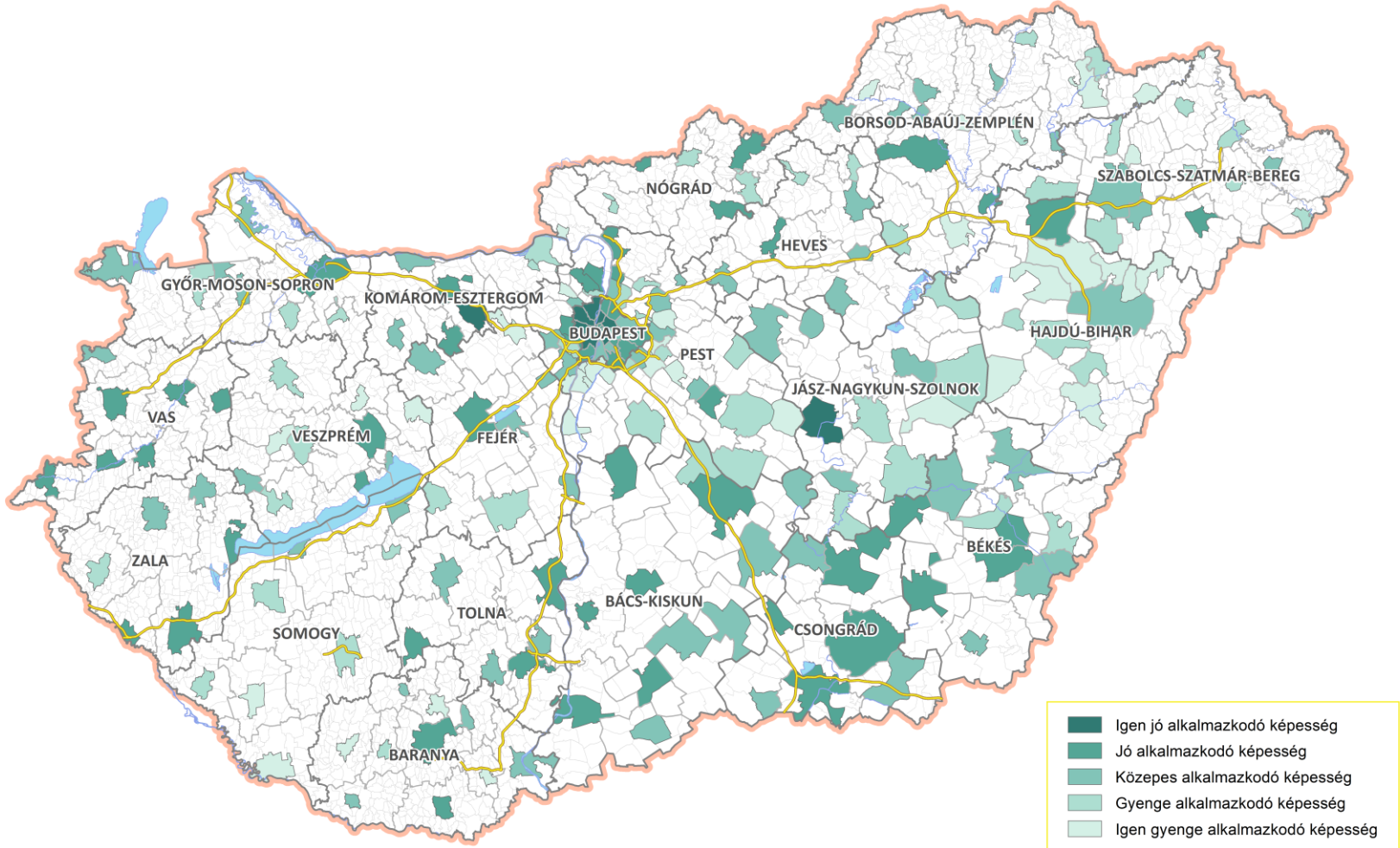
Aggregált alkalmazkodó képesség

LECHNER TUDÁSKÖZPONT

AGGREGÁLT ALKALMAZKODÓ KÉPESSÉG

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Saját szerkesztés

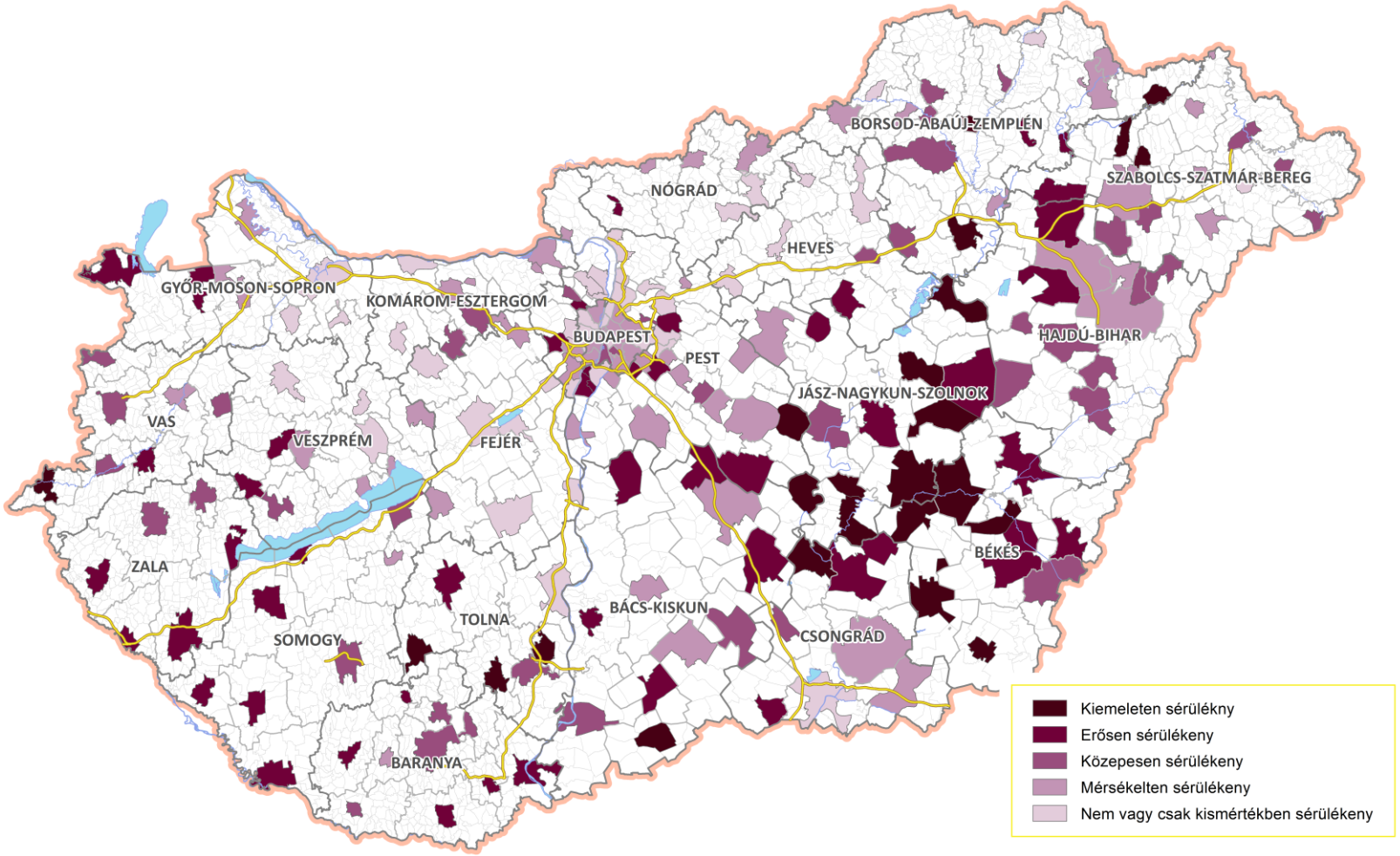


6.10 Sérülékenységgel kapcsolatos eredménytérkép

LECHNER TUDÁSKÖZPONT

SÉRÜLÉKENYSÉG

Vizsgált időszak: 2021-2050, CNRM-CM5, RCP4.5

0 10 20 30 40 50 km

Adatok forrása: Saját szerkesztés a KSH és NATéR adatok felhasználásával