



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

**Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet**

SZAKDOLGOZAT

Egészségügyi adatok feldolgozása térinformatikai módszerekkel Székesfehérvár területén

**OE-AMK
2021**

Hallgató neve: Kertész Kristóf
Hallgató törzskönyvi száma: T000973/FI12904/A-M



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

**Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet**

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott szigorló hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem.

Egyéb jelentős segítséget nem vettem igénybe.

Az elkészült szakdolgozatban/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Budapest, 2021-12-08

.....
hallgató aláírása



ÓBUDAI EGYETEM
OBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Alba Regia Műszaki Kar
Geoinformatikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Kertész Kristóf
Szakdolgozat száma: SZD21091613455637
Törzskönyvi száma: T000973/FI12904/A-M

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: geoinformatikai szakmérnök

Specializáció:

A dolgozat címe: Egészségügyi adatok feldolgozása térinformatikai módszerekkel Székesfehérvár területén

A dolgozat címe angolul: Analysing healthcare data of Székesfehérvár with GIS methods

A feladat részletezése:

1. Szakirodalom áttekintése megbetegedések és a légszennyezettség kapcsolatára vonatkozóan!
2. Az adatok beszerzése, feldolgozása és adatbázisba rendezése.
3. Lehetséges térinformatikai feldolgozási módszerek vizsgálata!
4. Székesfehérvárra vonatkozó adatok térinformatikai elemzésének bemutatása!
5. Eredmények összefoglalása, következtetések levonása.

Intézményi konzulens neve: Pödör Andrea Dr.

A kiadott téma elévülési határideje: 2023. december 15.

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2021. 11. 15. P.H

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

belső konzulens

külső konzulens

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....	5
2. A LÉGSZENNYEZETTSÉG ÉS A KÖZLEKEDÉS.....	7
2.1. A légszennyezés kapcsolata a megbetegedésekkel.....	8
2.2. A légszennyezők megoszlása iparágak szerint.....	9
2.3. A közlekedés által kibocsátott főbb légszennyezők.....	12
2.4. A közlekedésből származó légszennyezők és egészségügyi hatásaik.....	13
2.5. Légszennyezettségi adatok Székesfehérváron.....	15
3. TÉRINFORMATIKA A KÖRNYEZETVÉDELEMBEN.....	19
3.1. Nemzeti Népegészségügyi Központ.....	19
3.2. Katasztrófavédelem.....	20
3.3. Európai Unió online légszennyezettségi index térképe.....	20
3.4. Az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat Magyarországon.....	21
3.5. Copernicus program.....	25
4. AZ ADATOK ELŐKÉSZÍTÉSE TÉRINFORMATIKAI VIZSGÁLATHOZ.....	30
5. AZ ADATOK TÉRINFORMATIKAI VIZSGÁLATA.....	35
6. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE.....	41
7. JAVASLATOK.....	44
8. TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ.....	45
9. IDEGEN NYELVŰ TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ.....	47
10. IRODALOMJEGYZÉK.....	49
11. MELLÉKLETEK.....	54

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A World Health Organisation (WHO) adatai szerint évente 4,2 millió ember haláláért tehető felelőssé a légszennyezés világszerte és 10 emberből 9 él olyan helyen, ahol a légszennyezettség túllépi a WHO irányadó értékeit. [1] Bár ez a szám meghökkentően magas, érdemes belegondolnunk, hogy közel 8 milliárdan élnek a földön és nagy részük (56%, 2020) városokban lakik. [2] Tehát nagyságrendileg a városokban lakók egy ezreléke vesztí életét évente és világszerte a légszennyezés miatt. A légszennyezés által generált megbetegedések vizsgálatának aktualitása tehát jól látható, az egész világot érintő kérdéskör.

A térinformatika számos alkalmazása közül az egyik a megbetegedések térbeli elhelyezkedésének vizsgálata, amely a vizsgálatokból levont következtetésekkel a megbetegedések csökkentésére, megelőzésére ható döntéselőkészítést képes támogatni. Egy másik jelentős és igen sokrétű alkalmazási területe a levegőtisztaság-védelem, ami a környezetvédelem egyik legfontosabb része.

Szakdolgozatomban a megbetegedések és a levegőminőség kapcsolatát vizsgálom térinformatikai eszközökkel Székesfehérvár területén. Célom a vonatkozó szakirodalom felhasználásával alátámasztani, hogy a légszennyezés okozhat megbetegedéseket, valamint, hogy a légszennyezés bizonyos részéért a közlekedés a felelős. Ennek igazolásaként bemutatom a szakirodalom szerinti rossz minőségű levegő egészségkárosító hatását. Ismertetem a lakosság érintettségét a különböző komponensek tekintetében, rámutatva a felelős komponensekre. Az iparágakra bontott légszennyezés bemutatásával rámutatok a közlekedés szerepére a légszennyezésben. A közlekedés, mint fő kibocsátó által szennyezést okozó komponensek ismertetésével pedig bizonyítom, hogy innen származnak a komponensek, melyeknek a lakosság akár fele ki van téve. A légszennyezést okozó főbb komponensek egészségügyi hatásai a vizsgált megbetegedések létjogosultságát hivatottak igazolni. A székesfehérvári levegőminőségi adatok (2008-2018) rövid áttekintésével igazolom, hogy a betegségek egy részéért felelős lehet a nem megfelelő levegőminőség.

A vizsgálati részben részletesen bemutatom hogyan elemeztem a QGIS és az ArcGIS Pro térinformatikai szoftverek használatával a megbetegedések számát nagy forgalmú és nem nagy forgalmú területen Székesfehérváron. Az eredmények részben ismertetem az elemzés során kapott értékeket és az azokból levont következtetéseket.

2. A LÉGSZENNYEZETTSÉG ÉS A KÖZLEKEDÉS

Biológiai és egészségügyi szempontból tiszta levegőnek tekintjük a meghatározott légszennyezőanyagokat a jogszabályokban előírt egészségügyi határértéket nem meghaladó koncentrációban tartalmazó levegőt. Az egészségügyi határértéknek való hosszú távú kitettség még nem okoz egészségkárosodást. Ehhez kapcsolódóan a légszennyező anyag fogalma pedig a levegő természetes minőségét hátrányosan befolyásoló olyan anyag, ami természetes módon, vagy emberi tevékenység következtében kerül a levegőbe és károsíthatja az egészséget, a környezetet, vagy az anyagi javakat. [3]

Az emberi eredetű légszennyezés elsődleges forrásai a gépjárművek kibocsátása, a fűtőolajok és az otthonok fűtésére szolgáló földgáz, a gyártás és az energiatermelés melléktermékei, különösen a széntüzelésű erőművek, valamint a vegyi termelésből származó füstök. A természet veszélyes anyagokat bocsát ki a levegőbe, mint a gyakran emberek által is előidézett erdőtüzek okozta füst, vulkánkitörésekből származó hamu és gáz; és a talajban bomló szerves anyagokból felszabaduló gázok, mint például a metán. A gépjárművek által kibocsátott káros anyag, a közlekedéssel összefüggő légszennyezés (a továbbiakban „TRAP”, ami az angol Traffic-Related Air Pollution kifejezés rövidítése) lehet a légszennyezés legismertebb formája. Az emberi eredetű légszennyezés legtöbb elemét magába foglalja: a talajközeli ózont, a szén különböző formáit, a nitrogén-oxidokat, a kén-oxidokat, az illékony szerves vegyületeket, a policiklusos aromás szénhidrogéneket és a finom szemcsés anyagokat. [4]

A TRAP jelentősen hozzájárul a környezeti levegő szennyezettségéhez, különös tekintettel a városias területeken. A levegőszennyezést a magas vérnyomás és a szív- és érrendszeri betegségek kockázati tényezőjeként állapították meg felnőtteknél, de ezt a kockázatot más, erre érzékeny népesség csoportok körében kevésbé tanulmányozták. Egyre több bizonyíték áll rendelkezésre arra vonatkozóan, hogy a légszennyezettség

károsan befolyásolhatja a terhesség magas vérnyomásos rendellenességeit (például a terhességi magas vérnyomást, a preeclampsia, eclampsia-t) is. [5]

A közlekedéssel összefüggő légszennyezés (TRAP) forrásai közé tartoznak a személygépkocsik, a dízel teherautók és buszok, valamint a nem közúti berendezések (szabadidős járművek, fűnyírók és kerti felszerelések). A gépjárművek nagy mennyiségű szén-dioxidot (CO_2), szén-monoxidot (CO), nitrogént és kén-oxidokat (NO_x , illetve SO_x), illékony szerves vegyületeket (VOC) és kis méretű részecskéket (PM) bocsátanak ki. [5]

2.1. A légszennyezés kapcsolata a megbetegedésekkel

A bevezetésben már említett WHO adatoknál ugyan valamennyivel kevésbé lesújtó adatokat közöl az Our World in Data weblap, de a nagyságrendben nincs különbség. Az oldal megfogalmazása szerint 3,4 millió ember korai halálát okozza minden évben a nem megfelelő levegőminőségnek való kitettség. [6]

Az Európai Unió hivatalos Lapjának 2009/C 317/04 cikke szerint az uniós határértékeknek kitett városban lakók aránya a következőképpen alakult a különböző komponensek tekintetében [7]:

szennyezőanyag	A városban lakók kitettségének százaléka (és átlaguk)
Szálló por (PM_{10})	18-50 % (34)
Nitrogén-dioxid (NO_2)	18-42% (30)
Ózon (O_3)	14-61% (38)
Kén-dioxid (SO_2)	1%

1. Táblázat: A városban lakók kitettsége a különböző szennyező anyagoknak [7]

A szálló por, a nitrogén-oxidok és az ózon kitettség értékek átlagát nézve a városi lakosság átlagosan is több, mint 30%-a van kitéve az uniós határértékeknek, de helyenként meghaladja az 50%-ot is.

Ahogy azt az Európai Unió Hivatalos Lapja is közli mindenképpen érdemes megjegyezni a városokban kialakuló levegőminőség kapcsán, hogy az időjárási viszonyok döntően képesek befolyásolni a kialakuló koncentrációkat.

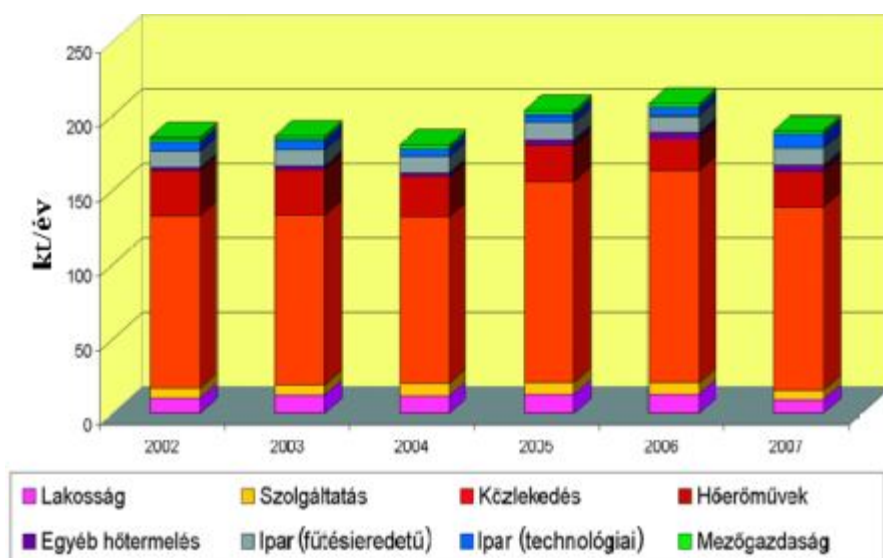
2.9. „A közlekedés által okozott szennyezőanyag-kibocsátás azonos szintje mellett a szennyező anyagok alacsony koncentrációja időjárásfüggő. A talaj közelében ugyanis – különösen a hőinverzióval kialakuló, alacsony hőmérséklet – visszafogja a légkör keveréséért felelős felszálló áramlatokat, ami kedvez a szennyező anyagok alacsonyabb rétegekben történő felhalmozódásának.” [7]

2.2. A légszennyezők megoszlása iparágak szerint

A Környezetmérnöki Tudástár 11. kötete a Levegőtisztaság-védelem című könyv, amely a következőket állapítja meg a forrásokról:

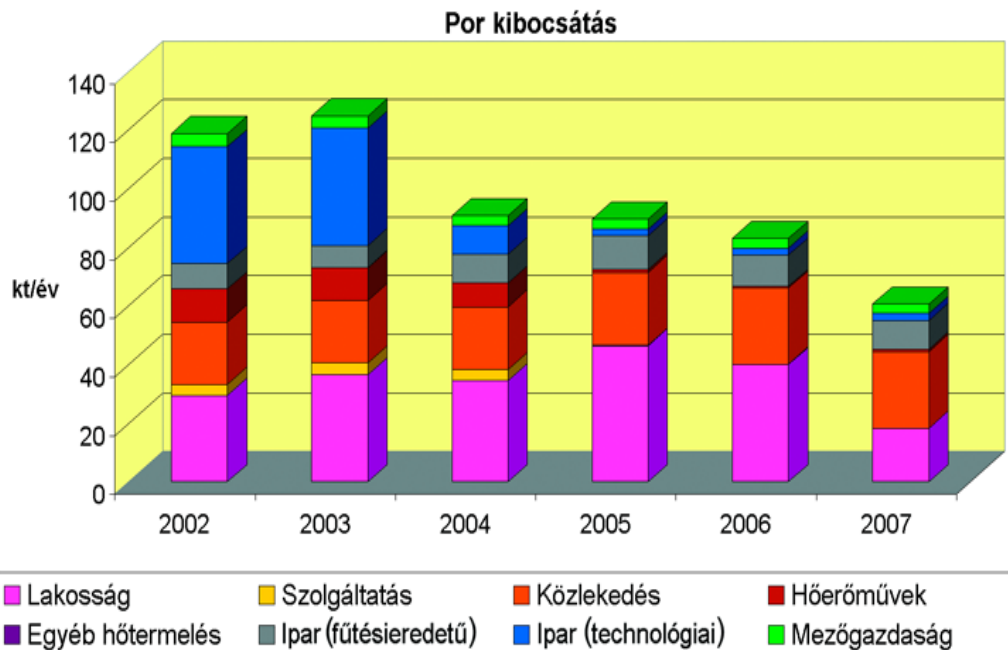
„Az iparhoz számítva az oldószer-elpárolgást is, az ipar részesedése 20,4 %. Az emittált szennyezés 90 %-a gáznemű és csak 10 %-a por, az emisszió mintegy fele a közlekedésből, $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{4}$ része pedig az iparból és a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből ered., [8]

A következő diagramokon az alap szennyező komponensek kibocsátását szektoronként lehet megfigyelni. A diagramok segítségével szeretném szemléltetni a közlekedés legjellemzőbb szennyezőanyag kibocsátást.



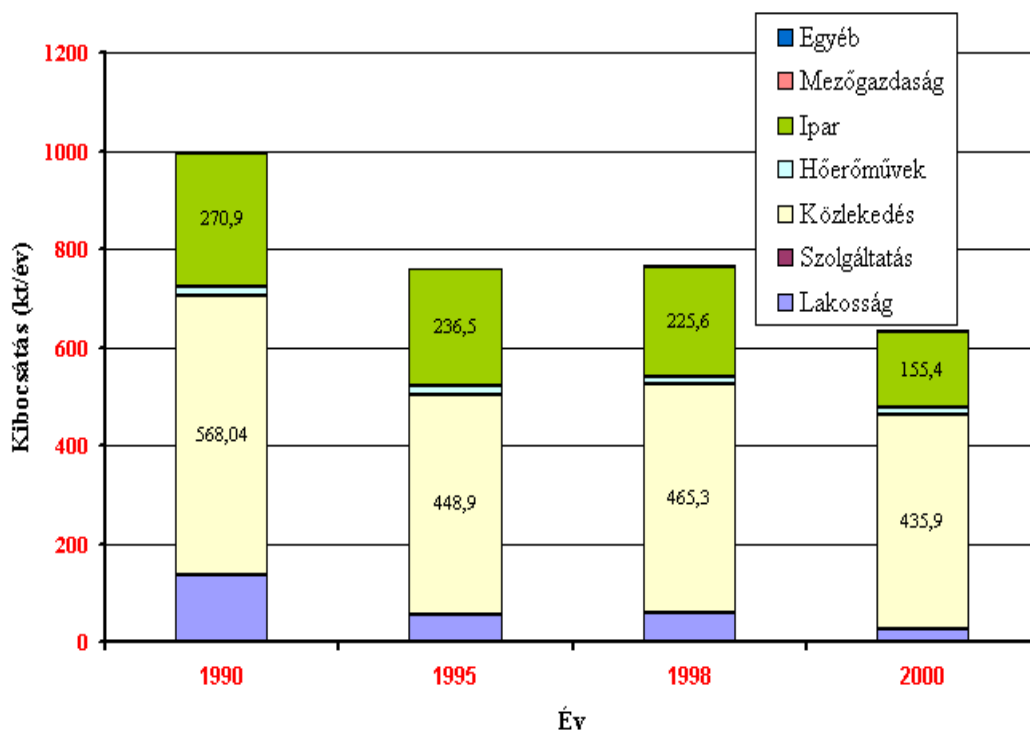
1. Ábra: NO_x kibocsátás szektoronkénti megoszlása, 2002-2007. [9]

A nitrogén oxidok kibocsátása elsősorban a közlekedésből (65%), és a hőerőművekből (13%) származott 2007-ben. Emissziójában az égési folyamatok a meghatározók.



2. Ábra: Por kibocsátás szektoronkénti megoszlása 2007-ben. [9]

A Por kibocsátás nagy része közlekedési (44%), illetve lakossági eredetű volt 2007-ben. [9]



3. Ábra: CO kibocsátás szektoronkénti megoszlása 1980-2000. [9]

A szén-monoxid legnagyobb kibocsátói a közlekedés, valamint az ipar. [9]

2.3. A közlekedés által kibocsátott főbb légszennyezők

Légszennyezők	Közlekedés (kt/év)	Összesen (kt/év)	Közlekedés részesedése %
Szén-monoxid	450,39	721,62	62,4
Szén-dioxid	10831	62231	17,4
Illékony szerves vegyületek	71,2	145,4	49,0
Nitrogén oxidok	112,54	200,66	56,1
Kén-dioxid	2,85	590,15	0,5
Szilárd szennyezők	19,91	127,68	15,6

2. Táblázat: A közlekedés által kibocsátott főbb légszennyezők és azok részesedése az összes kibocsátásból [10, 11]

Amint az előzőekben látható volt a táblázatokon és a grafikonon a nitrogén-oxidok, a szén-monoxid és a por kibocsátásnak több mint a feléért a közlekedés a felelős. Hasonló következtetésre jut Csapó Péter a „A közlekedési eredetű légszennyezés hatása a városi kerékpározásra” című diplomamunkájában: „Európa városaiban az antropogén eredetű NO_x és szénhidrogén közel 50, míg a CO 65–80%-át a gépjárművek bocsátják ki.” [12]

2.4. A közlekedésből származó légszennyezők és egészségügyi hatásai

Szálló por (Particulate Matter: PM)

A szálló por a szuszpendált szilárd –, és - /vagy a folyékony részecskék elegyéből áll. A városi területeken a részecskék többsége közvetlenül a fosszilis tüzelőanyagok elégetése során keletkezik, erőművek, gépkocsik, nem közúti berendezések és ipari létesítmények által.

További források a por, a dízel emisszió, valamint a gázokból és gőzökből származó másodlagos részecskeképződés.

A szálló port szemcseméret alapján a 10 mikrométernél kisebb durva részecskékre (PM_{10}) és a 2,5 mikrométernél kisebb „finom” részecskékre ($\text{PM}_{2,5}$) szokás felosztani. A PM_{10} -es frakció az alsó légutakig jut le, míg a $\text{PM}_{2,5}$ -es frakció a tüdő légelhólyagocskáiba is eljut.

Származást tekintve a PM_{10} frakció a talaj eróziójából, az utak kopásából és az ipari tevékenységből eredő részecskéket tartalmaz. A kipufogógáz és a széntüzelés tekinthető az egészségkárosító hatásokkal kapcsolatos emisszió forrásoknak. A széllel „vándorló” inert por – nagyobb szemcsemérete miatt – az egészséget kisebb mértékben károsítja.

A $\text{PM}_{2,5}$ porfrakció égési termékekből, kondenzálódott szerves vagy fém részecskékből és másodlagosan keletkezett aeroszollokból áll, és felelőssé tehető a szálló por mutagén hatásáért, valamint savasságáért. [13, 14]

A szálló por egészségügyi hatásai

Számos egészségkárosító hatása ismert a szálló pornak, melynek gyors

koncentrációnövekedése irritálhatja a nyálkahártyát, krákogást, köhögést okozhat és nehezítheti a levegővételt. Problémákat okozhat a tüdőbe jutva, majd ott felszívódva. Ilyen problémák lehetnek például a gyulladások kialakulása, a vérrögképződés és a véralvadékonyság kockázatának növekedése. A szív- és érrendszeri betegségek is gyakrabban fordulhatnak elő, akár csak az asztma tüneteinek fokozódása, vagy a légcsőhurut krónikus gyulladása. Ezzel egyidejűleg megnőhet az egészségügyi vizitek száma. A levegőhigiénés index veszélyes, azaz legmagasabb rendű kategóriájában az összes halálozás száma is gyarapodhat.

A szálló por még alacsonyabb koncentráció esetében is káros, így számos egészségre gyakorolt, hosszútávú negatív hatásával kell számolni, a lakosság várható élettartamának befolyásolásával. A légzőszervi, szív- illetve érrendszeri betegségek számának megnövekedése mellett a tüdőrák kialakulásának kockázata is jelentősen nő, és kutatások igazolják, hogy különösen veszélyeztetettek, és komolyabb következményekkel kell számoljanak a frekventált úthálózat környékén élők. [13, 14]

Nitrogén-dioxid (NO_2)

A nitrogén-oxidok (NO_x) javarészt a közlekedési eszközök égéstermékéből, fűtés útján, valamint energia-termelésből kerülnek a levegőbe. A légköri oxidáló anyagok a nitrogén-oxidot (NO) hamar nitrogén-dioxiddá alakítják (NO_2), amely vörösesbarna színű, szúrós szagú, mérgező, közvetetten üvegházhatású gáz, koncentrációja pedig a járművektől eredeztethető levegőszennyezés egyik indikátora. A nitrogén-oxidok kibocsátásának legalább a fele a közlekedéshez köthető az Európai Közösségen belüli vizsgálatok szerint, aránya pedig a metropoliszokban ennél is magasabb lehet. [13, 14].

A nitrogén-dioxid egészségügyi hatásai

A nitrogén-dioxid gáz hatása a szálló porhoz hasonlóan irritáló. Az NO_2 hatásainak epidemiológiai vizsgálatait és kiértékelését megnehezíti a többi légszennyezőst okozó anyag kereszthatása. A témakört ezért jellemzően állatokon folytatott kísérletekkel vizsgálják.

A nitrogén-dioxid és reakciótermékei a tüdőfunkció csökkenését és különféle légzőszervi tünetek kockázatának növekedését okozzák. Kiemelkedően magas

koncentráció esetében a légutak szűkülése nem csak az arra érzékeny asztmások esetében figyelhető meg. Nagy forgalmú úthálózat mentén pedig az asztma kialakulása gyakoribbá válik. A NO_x -ok valószínűsíthetően hozzá járulnak a szív- és tüdő betegségeihez, valamint csökkentik az immunrendszer ellenállóképességét a légúti fertőzésekkel szemben. [13, 14]

Szén-monoxid (CO)

Az szén-monoxid színtelen, szagtalan, redukáló hatású gáz, a szénvegyületek tökéletlen égése következményeként juthat a levegőbe, kiváltképpen a belső égésű motorokból.

Az szén-monoxid egészségügyi hatásai

A CO csökkenti a vér oxigénszállító képességét, így oxigénhiányos tüneteket okozhat. A mérgezés tünetei a fejfájás, szédülés és a hányinger, nagy mértékű mérgezés esetén ájulás és halál, jóllehet a rövid távú kitettség még visszafordítható. Az idült hatások a kialvatlanság, szívtájéki és idegrendszeri panaszok, fejfájás és émelygés. A szívinfarktus kockázatának növekedése. [13, 14]

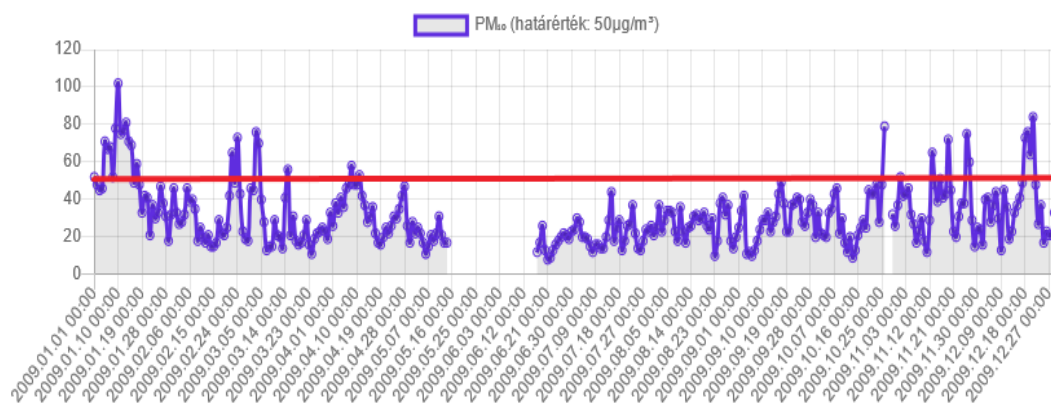
Amint tehát az az eddigiekből látható, a közlekedésből származó légszennyezettség egészségkárosító hatása elsősorban a légúti és a szív-, és érrendszeri megbetegedésekben jelentkezik.

2.5. Légszennyezettségi adatok Székesfehérváron

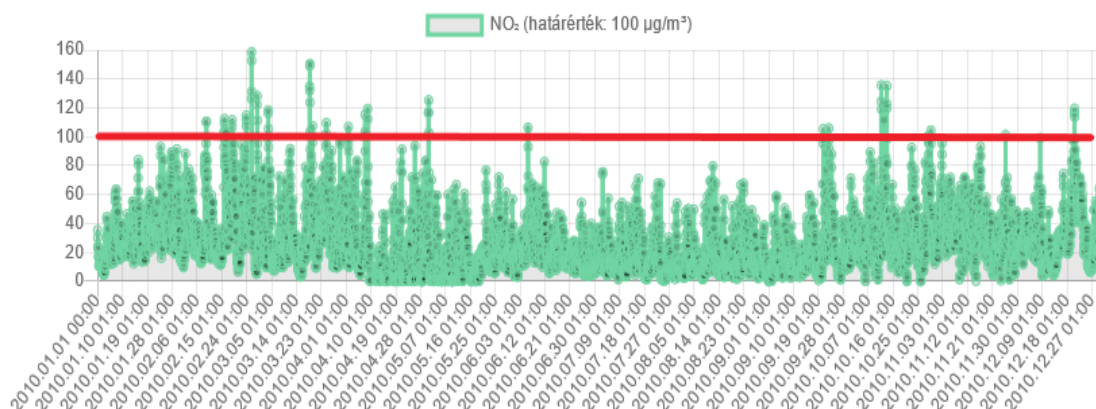
Mint azt a későbbiekben bővebben is ismertetem, Magyarországon is működik a levegőminőséget éjjel-nappal monitorozó rendszer, melynek neve Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat.

Ezen hálózat keretében az országban 56 mérőkonténer (melyből egy Székesfehérváron található) monitorozza a levegő minőségét a fontosabb komponensek tekintetében (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, NO , CO , SO_2 , O_3).

Székesfehérvár levegőminőségre vonatkozó adatai is bárki számára szabadon elérhetőek a levegominoseg.hu és a legszenyezettseg.met.hu weblapon keresztül csakúgy, mint az összes többi mérőállomásé. Én szemléletesebbnek találtam a legszenyezettseg.hu weblapon közölt adatok megjelenítését, ezért ezen oldalon keresztül gyűjtöttem le az adatokat és a grafikont is innen szereztem be annak kiderítésére, hogy az egészségügyi határértékhez viszonyítva hogyan alakultak a közlekedésből származó komponensek értékei. A dolgozatomba két – a PM_{10} és a NO_2 értékeit megjelenítő grafikont – szúrtam be szemléltetésként a légszennyezők viszonyát a határértékhez, valamint a szabadon hozzáférhető rendszer bemutatásáért. Az alattuk lévő táblázatban feltüntettem mind a 11 évre vonatkozó határérték-túllépések darabszámait. A táblázatban közölt adatok a grafikonokon is jól láthatók, jelentős számban történt egészségügyi határérték-túllépés mind a két komponens esetében, amelyek kibocsátásának körülbelül a feléért a szakirodalom szerint a közlekedés tehető felelőssé.



4. Ábra: A szálló por (PM_{10}) 24 órás átlagértékei Székesfehérváron 2009-ben, (az egészségügyi határértéket a piros vonal jelzi, 50 mikrogramm/köbméter). [15]



5. Ábra: A nitrogén-dioxid 1 órás átlagértékei Székesfehérváron 2008-ban, (az egészségügyi határértéket a piros vonal jelzi, 100 mikrogramm/köbméter). [15]

Az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat adatai alapján a főbb közlekedésből származó légszennyezők éves egészségügyi határérték-túllépéseit (db) tüntettem fel 2008-tól 2018-ig a határérték által meghatározott átlagok alapján (zárójelben).

Év	PM10 (24h)	NO2 (1h)	CO(8h mozgó*)
2008	22	2	0
2009	31	1	0
2010	55	63	0
2011	73	33	0
2012	22	89	0
2013	15	1	0
2014	9	0	0
2015	4	2	0
2016	21	0	0
2017	20	0	0
2018	34	0	0

3. Táblázat: A közlekedésből származó főbb szennyezők éves egészségügyi határérték-túllépései 2008-2018. [16]

Finom szemcseméretű szálló port ($PM_{2,5}$) csak 2018 vége óta mér a hálózat, magyar határérték egyelőre nincs rá, a WHO ajánlása szerint 25 mikrogramm/köbméter (24h). 2019-ben 75 alkalommal, 2020-ban pedig 63 alkalommal lépte túl ezt az értéket Székesfehérváron a napi átlag.

Amint az látható a szén-monoxid esetében egy alkalommal sem történt túllépés a vizsgált időszakban a vizsgált átlagértékre (*8 órás mozgóátlagok maximuma).

3. TÉRINFORMATIKA A KÖRNYEZETVÉDELEMBEN

A környezetvédelemben alapvető fontosságú, hogy a környezeti elemekben végbemenő változásokat megfelelő pontossággal legyünk képesek megfigyelni és az adatokat rögzíteni, azaz monitorozni. Ebben van nagy segítségünkre a térinformatika, mellyel képesek vagyunk az adatok térbeli megjelenítésére és vizsgálatára is.

A széles körű felhasználásáról jól tanúskodnak az alábbi alkalmazásai.

3.1. Nemzeti Népegészségügyi Központ

A korábban Országos Közegészségügyi Intézet, a Nemzeti Népegészségügyi Központ többek között a napjainkban talán leginkább köztudatban lévő témával foglalkozik, a pandémiával, így most a COVID-19 járvánnyal is. Az intézet térinformatikai osztályának feladatai igen széles körűek voltak a 2018-as szervezetváltozásig (A Nemzeti Népegészségügyi Központ Térinformatikai Osztályáról nem találtam rendelkezésre álló információt). Feladataik közé tartoztak többek között a település szintű halálozási adatok gyűjtése és feldolgozása, az ivóvíz-minőség adatok elemzése térinformatikai módszerekkel, a környezetegészségügyi adatbázis és információs rendszer kialakítása és működtetése, továbbá matematikai-statisztikai és térinformatikai módszerekkel rendszeres időközönként elemezni Magyarország környezetegészségügyi helyzetét. Tudományos kutatás kereteiben vizsgálták a daganatos betegségek területi halmozódását, valamint az Európai Egészség és Környezet Információs Rendszer részeként kockázatbecslést és betegség térképezést végeztek. [17]

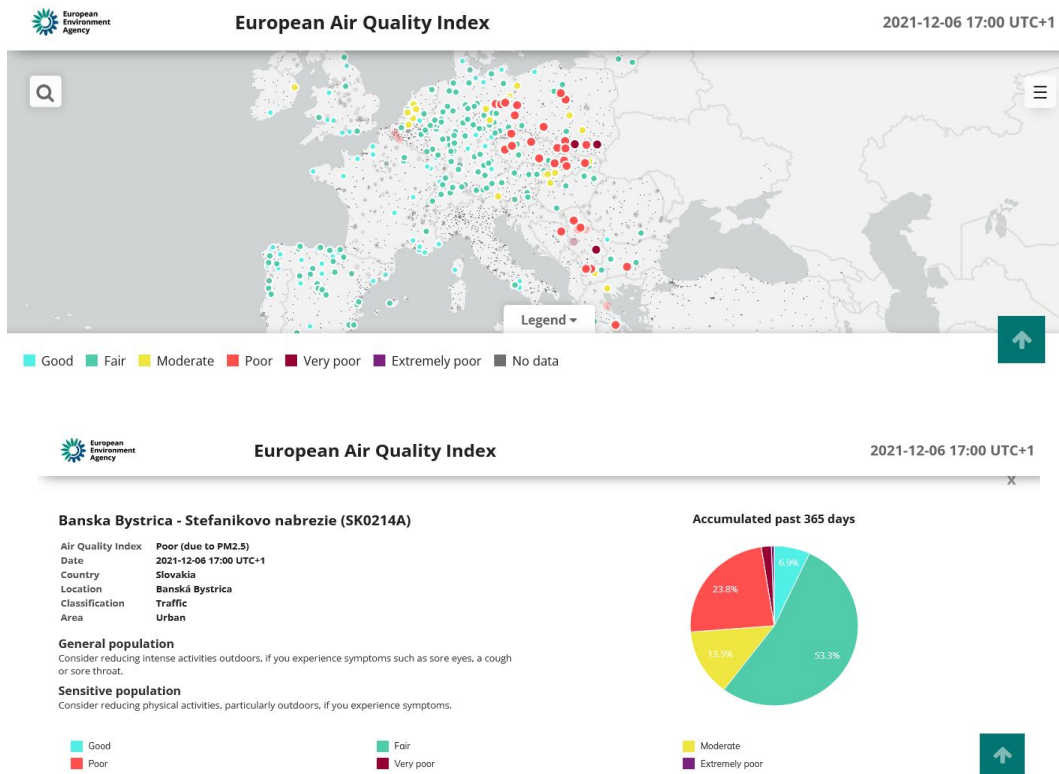
3.2. Katasztrófavédelem

A Katasztrófavédelemnél napjainkban a tűzoltóautók mozgása már valós időben követhető digitális térképen, ami nagyban segíti a műveletirányítók munkáját. A bonyolult adatbázisokat és elemzéseket könnyen érthető és kezelhető formában megjeleníteni képes grafikus felület szélesebb rétegek – a nem bennfentes szakértők – számára is lehetővé teszi az adatok könnyű értelmezését.

Könnyen áttekinthetővé vált a polgári védelmi erők és eszközök –, és a katasztrófavédelmi gépjárművek nyilvántartása. Nyomon követhető lett a veszélyes anyagok vasúti szállítása a térinformatikai eszközöknek és programoknak köszönhetően. Térinformatikai eszközök segítségével végzik a tűzoltóságok a tűzoltók optimális elosztását az országban, de használják a műveletirányítási tervlapok vagy az erdőtűzvédelmi tervek kidolgozásánál is, valamint általában a veszélyeztetettség és a kockázatelemzés kalkulálásánál. [18]

3.3. Európai Unió online légszennyezettségi index térképe

Mennyire tiszta a levegő, amit belélegzünk és hogyan viszonyul a városunk levegőminősége egy szomszédos város vagy régió levegőjéhez? A levegőszennyezés a legnagyobb környezet-egészségügyi kockázat Európában. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség Európai Levegőminőségi Indexe lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy jobban megértsék az aktuális levegő minőségének jelentését lakóhelyükön. Egész Európa naprakész adatait megjelenítve a felhasználók újszerű betekintést nyerhetnek az egyes országok, régiók és városok levegőminőségébe. [19]



6. Ábra: Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség Légszennyezettségi Index térképe [20]

3.4. Az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat Magyarországon

„A légszennyezettséget Magyarországon, mint ahogy az Európai Unióban is folyamatosan monitorozni kell, és meg kell felelni bizonyos határértékeknek.” [21]

A mérőhálózat üzemeltetése állami feladat, amelyet az adott területen illetékes kormányhivatal lát el. Emellett egy közbenső egység, az Országos Meteorológiai Szolgálatához tartozó Levegőtisztaság-védelmi Referencia Központ (LRK) is segíti, szakmai-, és minőségirányítással, és operatív feladatokkal kiegészíti, továbbá a hálózatban mért adatokat a hozzátartozó adatközpont több fokozatú validálással véglegesíti.

A hálózat lefedi a teljes ország területét. Az egyes mérési pontok elhelyezése és azok

későbbi felülvizsgálata a szennyezettségi zónák és az agglomerációk figyelembevételével történik, amit a 6/2011 (I.14.) VM (A levegőterheltségi szint és a helyhez kötött légszennyező források kibocsátásának vizsgálatával, ellenőrzésével, értékelésével kapcsolatos szabályokról) rendelet szabályoz.

Az OLM két hálózatról áll: manuális és automatikus mérőhálózat. A manuális mérőhálózat hét kormányhivatali mérőközpontból, továbbá az LRK-ból áll. Ez a hálózat magába foglalja a mintavételi pontokon a rendszeres mintavételt, a minták vizsgálatához tartozó laboratóriumi háttérrel és a vizsgálati eredmények gyűjtéséhez, küldéséhez és értékeléséhez szükséges adatközpontot is. Az automatikus mérőhálózat a hét kormányhivatali mérőközpontot és az LRK-t foglalja magába. A mérőközpont része a folyamatos működésű automatikus elemző készülékekből kialakított mérőállomás, valamint az adatok fogadásához és gyűjtéséhez szükséges hét kormányhivatali adatközpont.

A manuális mérőhálózat 178 mérőpontot foglal magába, ahol NO_2 , SO_2 , $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} komponenseket méri, és a PM_{10} mintákból további analitikai mérésekkel a nehézfémek (As, Cd, Ni, Pb) és a PAH (poliaromás szénhidrogének) szennyezőket határozzák meg. A hálózat tartalmazza továbbá az ülepedő por mintavételt és analitikai vizsgálatát.

Az automatikus mérőhálózat keretében 56 fixre telepített mérőállomás működik, ebből 12 db Budapesten. Az állomások szilárd és gáz és halmazállapotú szennyezőket mérnek, ezek az adatok meteorológiai adatokkal egészülnek ki a mérések során. A közeljövőben további két automata mérőállomás kerül az OLM hálózatba Békéscsabán és Kaposváron, jelenleg folyamatban van a kivitelezésük.

A mérőállomások a jogszabályban (4/2011. (I. 14.) VM rendelet A levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről) meghatározott kiemelt jelentőségű légszennyező anyagok (SO_2 ; NO_x ; CO; O_3 ; BTEX; VOC; PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) mérésére vannak felszerelve. [22] Az egyes mérőberendezéseken mért adatokat a helyszínen adatgyűjtő rögzíti, majd azok továbbításra kerülnek az adott mérőközpontba, ahonnan az országos adatközpontba (LRK) megy tovább és végül elérhető lesz az interneten keresztül. Az adatok ez után két lépcsőben kerülnek validálásra (megfelelőségük vizsgálata). Az alközpontokban is, valamint az országos adatközpontban is figyelik, illetve elemzik az adatokat, ezért a 90 napnál nem régebbi

adatok csak tájékoztató jellegűek.

A különböző helyekről beérkező adatokat grafikonok segítségével hasonlítják össze mindenféle bontásban, előző évi időszakhoz, más komponenshez, stb. A grafikonok a légszennyezettségi helyzetjelentés készítésében is nagy segítségre vannak. A térinformatika szerepe itt sem elhanyagolható, hiszen enélkül az adatok összehasonlítása, értékelése jóval bonyolultabb lenne. [23]

A mérések során alkalmazott referencia-módszerekről a 6/2011. (I. 14.) VM 7. melléklete (A levegőterheltségi szint mérésének referencia-módszerei) rendelkezik.

Az OLM mérőhálózat működése a hazai jogszabályok mellett az európai jogszabályokat is figyelembe veszi. Ebben fontos szerepe van a minőségirányításnak, amely feladatokat az LRK koordinálja. Az LRK az EU követelményeknek megfelelően ellátja a nemzeti referencialaboratóriumi feladatokat: elsődleges, referencia és egyéb etalonokat tart fenn az állomások berendezéseinek kalibrálására, a mérések visszavezethetőségének biztosítására; nemzetközi körméréseken vesz részt kompetenciájuk fenntartásában. Hazai szinten az LRK akkreditált jártassági vizsgálatot szervező szervezetként laboratóriumi körméréseket szervez akkreditált kalibráló laboratóriumában, a mérés során ellenőrzi a mérőhálózatban működő műszerek teljesítményjellemzőit és a személyzet kompetenciáját.

Az adatminőség megfelelése érdekében akkreditált vizsgálólaboratóriumok végzik a mérőállomások üzemeltetését. A mérések az EU irányelvben ([Az Európai Parlament és a Tanács 2008/50/ek irányelve](#) (2008.05.21.) a környezeti levegő minőségéről és a Tisztább levegőt Európának elnevezésű programról) meghatározott referencia módszerek alapján folynak.

Az LRK tevékenysége során alkalmazott berendezés, tanúsított anyagminta visszavezetettsége biztosított a nemzetközi mértékegységrendszerig, amelyet nemzeti-, nemzetközi kompetens szervezet általi kalibráltatással vagy saját kalibrálással lát el. [22]

A levegőterheltségi szint egészségügyi határértékeit a 4/2011 (I.14.) VM rendelet szabályozza.

Légszennyező anyag	Egészségügyi határérték (mikrogramm/m ³)	Az eü. határérték túllépésének megengedett évenkénti esetszáma (db)
Nitrogén-dioxid (órás átlag)	100	18
Kén-dioxid (órás átlag)	250	24
Ózon (órás átlag)	-	-
Ózon (8 órás mozgóátlagok napi maximuma)	120	80*
Kis méretű részecske szennyezés (napi átlag)	50	35
Szén-monoxid (8 órás mozgóátlagok napi maximuma)	5000	-

4. Táblázat: Az egyes komponensekre vonatkozó egészségügyi határértékek és megengedett túllépések száma (*az utolsó három év átlagában) [24]

A levegőtisztaság-védelem szintén széles körűen igénybe vett térinformatikai módszere a modellezés, amikor a légszennyezettség tér és időbeli változására vagyunk kíváncsiak. Napjainkban gyakran írják elő a hatóságok cégeknek a légszennyező hatásuk méretését és annak modellezését, kiváltképp akkor, ha más módszerek nem igen állnak rendelkezésre a határértékek betartásának ellenőrzésére. Ilyen eset az is, amikor a lakosok erős szaghatásra panaszkodnak például valamilyen állattartó telep közelében. Ha a hatóság konkrét szennyező komponens mérését nem tudja előírni – hiszen a szagok egymást erősíthetik is, így az is lehet, hogy határérték túllépés nincs is – egy bűzmérést és a szagvédelmi hatásterület (az a távolság melyen belül a szaghatás valamilyen koncentráció alá csökken) meghatározását rendelheti el.

A szaghatás mérés mintavételt (a meteorológiai paraméterek rögzítésével együtt végzik) követően a az úgynevezett olfaktométeres mérés kíséri. Az olfaktométer egy statisztikai programot futtató számítógéppel van összekötve. A mérés során a műszer nagyon nagy hígításban kezdi adagolni a „szagos levegőt” a hivatalos szaglóknak, egyre nagyobb

mennyiségben keverve a tisztított levegőbe a szagot. Ha egymás utáni körben érzi legalább a szaglók fele a szagot, a koncentráció meghatározásra kerül. Ez lesz a szagegység/köbméter.

A modellezőhöz ezután kerülnek a mintavétel körülményei (elsősorban a modellezni kívánt terület pontos leírása, a koordináták, a meteorológiai paraméterek, stb.) és a mintavételi helyeken meghatározott „szagkibocsátások”. Így kerül meghatározásra az átlagos szagvédelmi hatásterület az adott terepviszonyokkal és meteorológiai paraméterekkel, ami általában nem érhet lakott területet. Ehhez gyakran AERMOD és IMMI (Wölfel) programokat használnak Magyarországon.[23]

3.5. Copernicus program

A térinformatika környezetvédelmi alkalmazásának ismertetése során nem hagyhatjuk említés nélkül az Európai Unió Kopernikusz Föld-megfigyelési Programot, amely műholdakkal kémleli a Földet és környezetét majd ezen adatokat, információkat szabadon elérhetővé is teszi.

A Copernicus program a környezet megfigyelésével, az adatok gyűjtésével, tárolásával és elemzésével jelentősen hozzájárul környezetünk állapotának megismeréséhez és monitorozásához.

A Copernicus információs szolgáltatásai az „Őrszem”-ként ismert hat műholdcsalád és jelentős harmadik feles műhold (úgynevezett „közreműködő”) adatain alapszanak. Ezek a mérőeszközök olykor egyedileg működnek, és olykor a tengerre, a szárazföldre vagy a levegőben elhelyezett érzékelőkkel összekapcsolva. A Copernicus tárolva az adatokat, nagyszámú, megbízható és naprakész információval szolgál a bolygónk állapotáról. [23]

A Copernicus feladatai hat, egymáshoz is kapcsolódó területet foglalnak magukba: Légkörmonitoring, Tengerikörnyezet-monitoring, Szárazföld-monitoring, Éghajlatváltozás, Vészhelyzetek kezelése és biztonság. [23]

3.5.1. Légműrmonitoring

A program folyamatosan monitorozza a légkört és adatot szolgáltat az összetevőiről, a légszennyezettség aktuális állapotáról; előrejelzéssel szolgál a következő néhány napra, valamint elemzi az elmúlt évek adatait is. Ezen modul öt fő területre fókuszál: a levegő minősége és összetétele, az ózonréteg és az ultraibolya-sugárzás, kibocsátások és felszíni áramlás, napsugárzás és éghajlati kényszer. [23]

Ezen területekhez kapcsolódóan azután többféle alkalmazás elérhető el.

Az ATMOSYS-CAMS platform egy politikai döntéstámogató rendszer. A városi levegőminőség-tervezést támogató eszköze lehetővé teszi a felhasználó számára, hogy a legkorszerűbb kibocsátási és diszperziós modellek segítségével futtassa a tervezési lehetőségeket (például alacsony kibocsátású zónák, vagy új alagutak, körgyűrűk, kerülőutak tervezésénél). [23]

Ezen alkalmazás különösen jelentős számunkra, mert jelenleg van fejlesztés alatt Magyarországra a 60%-ban Európai Unió támogatásból megvalósuló HUNGAIRY LIFE IP projekt keretében. [25]

3.5.2. Tengerikörnyezet-monitoring

A tengerikörnyezet-monitoring információval szolgál az óceáni és tengeri ökoszisztémák fizikai és biogeokémiai állapotáról, változékonyságáról és dinamikájáról, a világóceán és az európai regionális tengerek vonatkozásában. [23]

A megfigyelések és előrejelzések támogatást nyújtanak a tengeri biztonság; tengeri erőforrások; part menti és tengeri környezet; időjárás, szezonális előrejelzés és éghajlat kapcsán.

A tengerikörnyezet-monitoring például az áramlatokkal, a széllel és a tengeri jéggel kapcsolatos adatszolgáltatás révén a tengeri biztonsághoz járul hozzá, mely segíti a hajóirányítási szolgáltatásokat és a kutató-mentő szolgálatokat. A Copernicus monitorozza a vízi ökoszisztémákat és a halászatot érintő tengeri szennyezést is. [23]

3.5.3. Szárazföld-monitoring

A szárazföldi monitoring szolgáltatás földrajzi információkkal szolgál: a földhasználatról, a vegetáció állapotáról, a felszínborításról és annak változásairól, a vízciklusról továbbá a földfelszíni energiával kapcsolatos változókról. A monitoring szolgáltatás részei a biofizikai paraméterek nyomon követése, a felszínborítás és a földhasználat feltérképezése, a tematikus csomópontok feltérképezése, a képek és referenciaadatok, valamint a földmozgással kapcsolatos új európai tevékenység.[23]

3.5.4. Éghajlatváltozás

Az éghajlatváltozás szolgáltatás Európára és a világra jellemző múltbeli, jelenlegi és jövőbeli éghajlattal kapcsolatosan ad tájékoztatást. Ilyen a tengerszint –, vagy a tengerfelszín hőmérsékletének emelkedése. Mivel utóbbi azonban közvetlen hatással van a tengeri ökoszisztémákra és a trópusi ciklonok megjelenésére, ezért e szolgáltatás széles skáláját támogatja a part menti és tengeri környezeti felhasználásnak. Továbbá hozzájárul a tengerek biológiai erőforrásainak védelméhez és fenntartható kezeléséhez, különösen az akvakultúrával és a fenntartható halászattal vagy a regionális halászati szervezetekkel összefüggő döntéshozatali eljárás érdekében. A Copernicus figyelmeztet az erdőirtás és az elsivatagosodás első jeleire, a biológiai sokféleség elhagyásának és az árvízhiány elkerülése érdekében. Ezenkívül az élelmiszer gazdálkodás javítása érdekében felügyeli a mezők öntözését, és figyelemmel kíséri a növények gyarapodását. [23]

3.5.5. Biztonság

A Copernicus hálózat az EU külső határainak megfigyelését is támogatja. Ezen kívül segíti a válságok megelőzését, a felkészültséget és a reagálást az alábbi három kulcsfontosságú területen.

- **Tengerfelügyelet:** A tengeri szennyezés leküzdéséhez, a biztonságos navigációhoz, a halászati felügyelet támogatásához és a tengeri bűnüldözéshez kapcsolódó feladatok tartoznak ide.
- **Határőrizet:** A fő célkitűzés ezen területen a közel valós idejű információk segítségével csökkenteni a tengeren életüket veszítő illegális bevándorlók számát.
- **Az EU külső fellépésének támogatása:** Geoinformációk nyújtásával válsághelyzetben vagy közel válsághelyzetben lévő országoknak tud az EU segítséget adni, meggátolva ezáltal a destabilizáló hatású globális és transzregionális veszélyeket. [23]

3.5.6. Vészhelyzet-kezelés

A veszélyhelyzet-kezelési szolgáltatás a természeti katasztrófák, az ember által okozott veszélyhelyzetek és a humanitárius válsághelyzetek elhárításában részt vevő szereplők számára biztosít műholdas távérzékeléssel nyert térinformatikai információkat.

Ez a szolgáltatás a feltérképezésből és a három részből álló korai előrejelzésből áll.

Az európai árvíz-előrejelző rendszerből (EFAS), mely akár 10 nappal előre képes az Európában pusztító árvizekről információt adni; az európai erdőtűz-információs rendszerből (EFFIS), amely közel valós idejű és korábbi időszakokra nyújt tájékoztatást az erdőtüzekről az európai, közel-keleti és észak-afrikai régiókban és az európai aszálymegfigyelő központból (EDO), ami segítségével aszályokkal kapcsolatos információkhoz és korai előrejelzésekhez juthatunk Európában.

Fentiekén kívül olyan betegségek terjedésének nyomon követésében tud segédkezni, mint például az EBOLA Nyugat-Afrikában. [23]

3.5.7. A Sentinel műholdak működése a közelmúltban

Az Európai Unió Sentinel-5P szatelliten elhelyezett Tropomi spektrométer több szennyező anyag jelenlétét méri a légkörben, köztük a kén-dioxidét.

Egy ilyen gázfelhő jelent meg a Szuezi-csatorna felett a 2021 márciusában történt hajók torlódása idején. Az általánosanál ötször magasabb kén-dioxid koncentráció volt megfigyelhető a csatorna földközi-tengeri oldalán. A Sentinel-5P megmutatta, hogy ellentétben az Airbus cég korábbi elemzésével – mely szerint a hajózási problémához, a szorosban veszteglő járművek által kibocsátott gázokhoz köthető a kén-dioxid koncentrációjának helyi megemelkedése – az Etna vulkán kitörése okozott kiugró kén-dioxid-szennyezést a Földközi-tenger térségében. [26]

Szintén az Európai Űrügynökség Sentinel-5P műholdjával rögzített adatokból látható, hogyan csökkent a levegő NO₂ és PM_{2,5} koncentráció Európa és világszerte főként a sűrűn lakott nagyvárosok és ipari régiók környezetében, és bár van némi változékonyság az adatsorban a felhőborítottság és az időjárási változások miatt, a kisebb járműforgalom és a csökkent ipari aktivitásnak köszönhető a pozitív változás. [27]

A Copernicus Sentinel-5P-vel együtt végző GHGSat körülbelül 350 000 lakás áramellátására elegendő metánkibocsátást észlelték Madridhoz közel lévő, spanyolországi hulladéklerakók felett.

A GHGSat műholdjai továbbá nagy mennyiségű metánt kibocsátó hulladéklerakókat figyeltek meg Észak-Amerikában, Európában, Latin-Amerikában és Ázsiában is. A növekvő műholdflottáknak köszönhetően most már olyan adatok is könnyen elérhetőek, melyek összegyűjtése még néhány évvel ezelőtt is igen költséges lett volna. Ezek az adatok nagy segítségére lehetnek az országoknak a klímacélok elérésében. [28]

4. AZ ADATOK ELŐKÉSZÍTÉSE TÉRINFORMATIKAI VIZSGÁLATHOZ

A megfelelő adatok és azok beszerzése

Az előzőekben ismertetettek szerint, a közlekedés jelentős hatással van a levegő minőségére, és a székesfehérvári mérőkonténer adatai alapján számos alkalommal lépte túl az egészségügyi határértéket valamely nagy mértékben közlekedésből származó légszennyező anyag, tehát feltételezhető, hogy itt a megbetegedések számában is megmutatkozik a levegő nem megfelelő minősége. Székesfehérváron azonban csak egy darab levegőminőség vizsgáló konténer van, ezért feltételeztem, hogy a kedvezőtlenebb levegőminőségű városrészek forgalmas utaknál vannak, és a forgalmas utak azonosítására a szekesfehervar.hu weblapon elérhető Székesfehérvár Megyei jogú város stratégiai zajtérképét használtam.



7. Ábra: Székesfehérvár megyei jogú város stratégiai zajtérképe (közúti zaj zajterhelés egész napi - L (0-24 h)) [29]



8. Ábra: Székesfehérvár megyei jogú város stratégiai zajtérképe Közúti zaj zajterhelés éjjeli - L (22-06 h) [29]

A nappali és éjszakai zajtérképen jól látszik, hogy a belvárosban jelentős a közúti zajterhelés, így vélhetőleg a forgalom is, és ebből adódóan a közlekedés által kibocsátott légszennyezés is.

Az elemzéshez szükséges megbetegedés adatokat kutatási célokra Prof. Dr. Izbéki Ferencnek köszönhetően, témavezetőm Dr. Pődör Andrea bocsátotta a rendelkezésemre a Fejér Megyei Szent György Kórház adatbázisából. A kórházi adatbázisból 11 évre vonatkozóan kaptam meg a fekvő betegek adatait, a 2008-as évtől a 2018-as évig. Az excel fájlok a 1. számú melléklet szerinti szív-, és érrendszeri megbetegedéseket és azok koordinátáit tartalmazták. Amint azt a 2.4. fejezetben ismertettem, ezen betegségek a közlekedés által kibocsátott főbb komponensek okozta egyik leggyakoribb

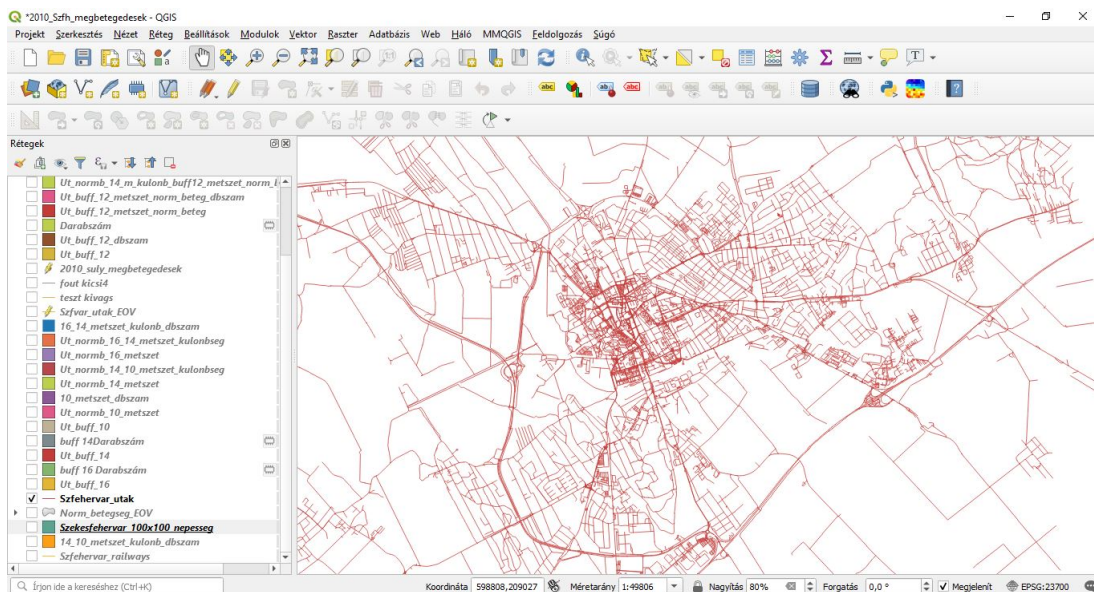
megbetegedések (A másik a légúti megbetegedések, ide sorolva a tüdő megbetegedéseit).

A kapott betegség adatokat tartalmazó excel fájlokban el voltak csúszva a sorok és az oszlopok, ezeket rendre kijavítottam az összes fájlban.

A magyarországi adatokat (utak, vasutak, stb.) tartalmazó shape fájlt a download.geofabrik.de weblapról töltöttem le [30].

Előkészítés QGIS-ben

Annak érdekében, hogy ne kelljen feleslegesen nagy adatbázissal és idővesztéssel dolgozni, a letöltött magyarországi utak vektorfájlból kivágtam a Székesfehérvár és környékét az ingyenes, nyílt forráskódú QGIS földrajzi információs rendszer (GIS) alkalmazással. A műveletet a „Szerkesztés” menüpontból értem el, a „Kiválasztás”, „Elemek kiválasztása felülettel” paranccsal. A vektorrétegen kijelölt elemeket a „Szerkesztés” menüpont „Elemek vágólapra másolása” paranccsal vágólapra másoltam, majd a „Szerkesztés” menüpont „Elemek beillesztése mint” ponton belül az „Új vektor réteg” utasítással mentettem el EOVS koordináta-rendszerben, a fájlnev és a célhely megadását követően.



9. Ábra: A magyarországi utakat tartalmazó vektorfájlból kivágott Székesfehérvár és környéke útjait tartalmazó vektorfájl [31]

A fejezet elején részletezett módon azonosított forgalmasabb székesfehérvári területeket szintén kivágtam a QGIS programmal a Székesfehérvár és környékének útjait tartalmazó vektorfájlból az előbbivel azonos módon.

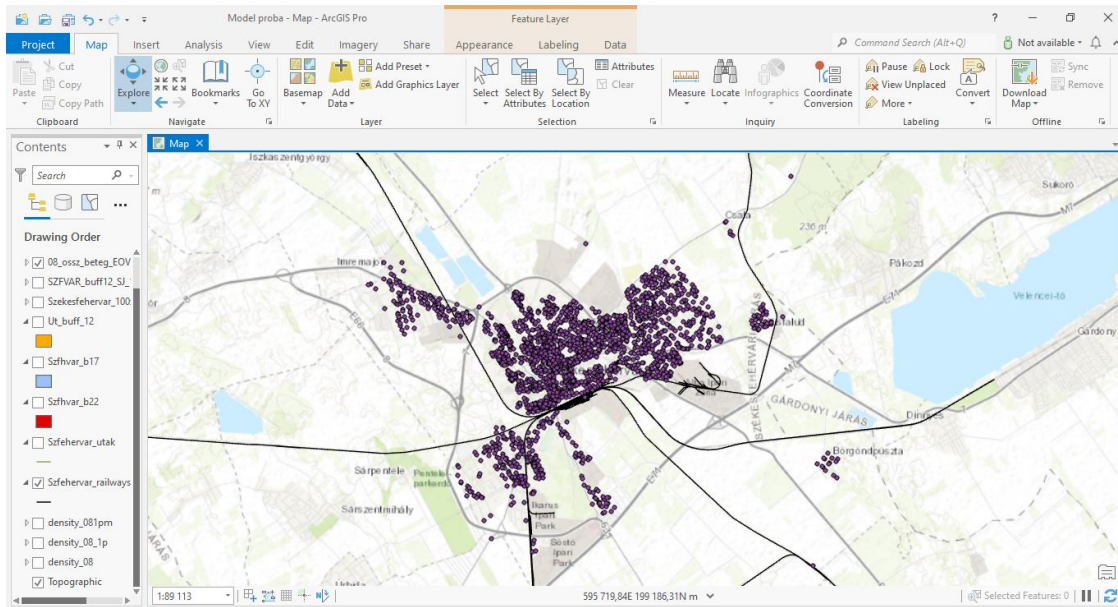
Az előkészített megbetegedés adatokat tartalmazó excel fájlokat beolvastattam a QGIS-be rétegfájlként a „Réteg”/”Réteg hozzáadása”/”Tagolt szöveg hozzáadása” menüponttal és a betegségeket tartalmazó rétegfájlokat (2008-2018) EOVS koordináta-rendszerben mentettem el a mentéshez szükséges paraméterek megadása után (fájlnév, elérési út).

Előkészítés ArcGIS-ben

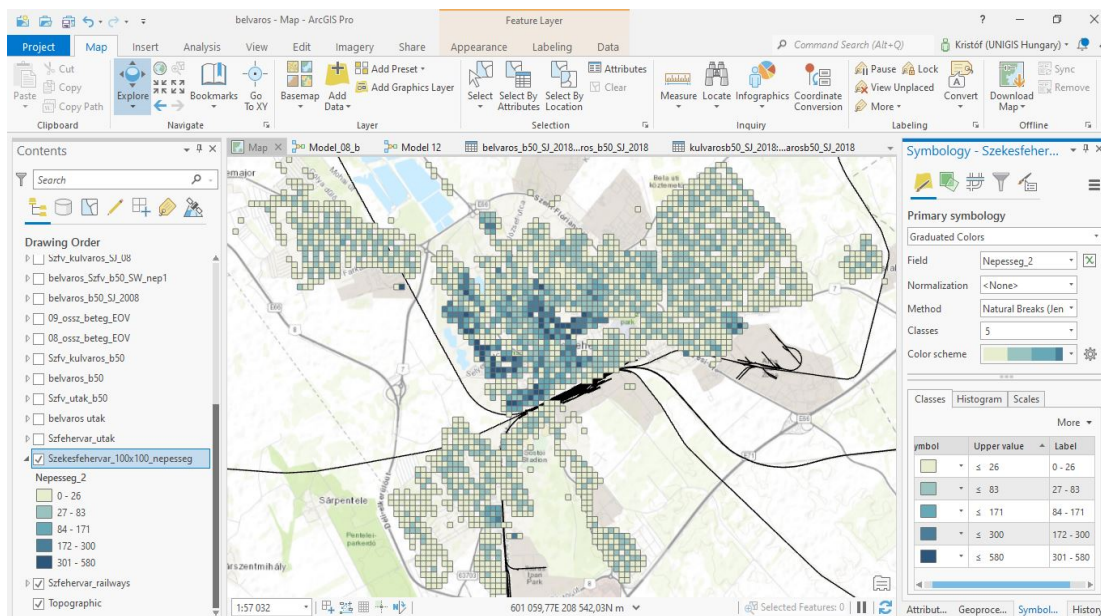
Az egyetemnek és Dr. Pődör Andrea témavezetőmnek köszönhetően rendelkezésemre állt az ArcGIS Pro Program.

Az előkészített megbetegedéseket tartalmazó, immár EOVS koordináta-rendszerben lévő rétegfájlokat (2008-2018, 11 db), a székesfehérvári utakat tartalmazó- és a székesfehérvári vasutakat tartalmazó vektorfájlt beolvastam az ArcGIS Pro-ba, a „Map”

fülön lévő „Add Data” menüponttal, akár csak a népesség adatokat tartalmazó raszterfájlt.



10. Ábra: A 2008-as betegséppontok beolvasás után [31]



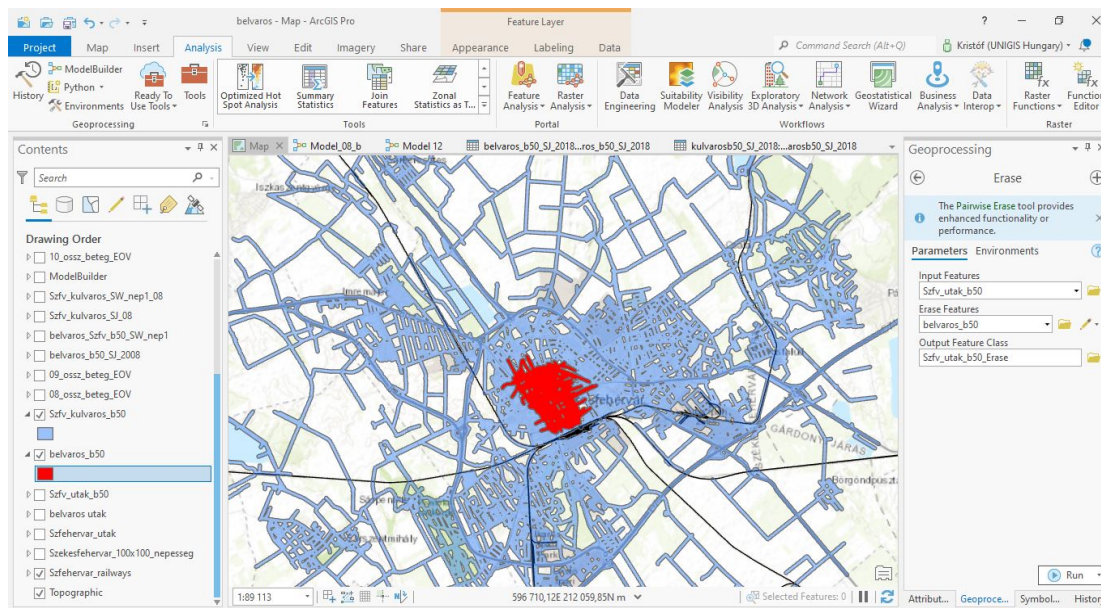
11. Ábra: A 2014-es népességadatok természetes töréssel (jenks) megjelenítve [32]

5. AZ ADATOK TÉRINFORMATIKAI VIZSGÁLATA

ArcGIS Pro

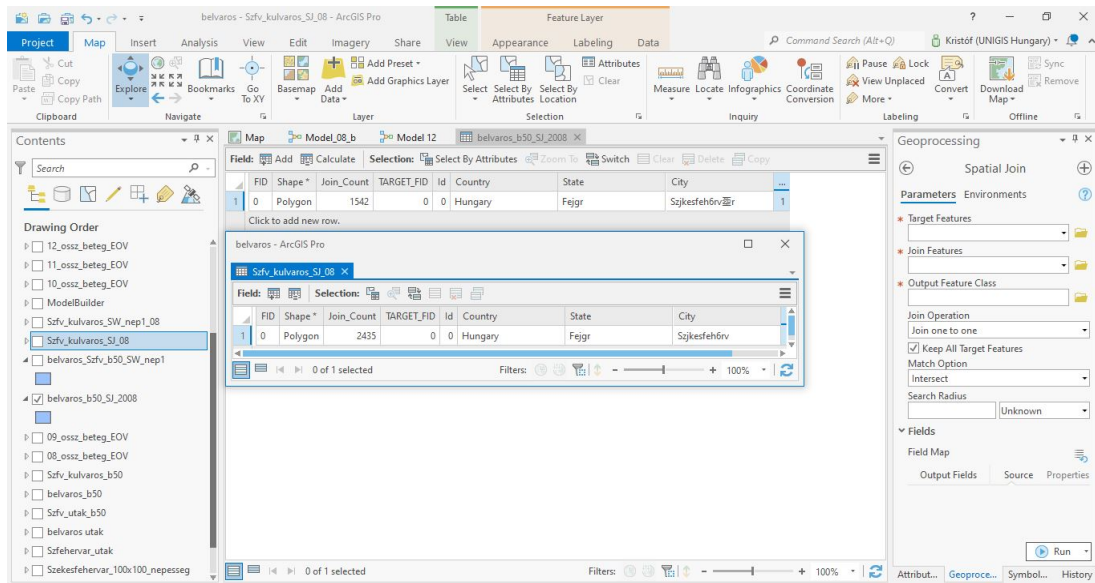
Az ArcGIS Pro programban első lépésként létrehoztam az utak 50 méteres környezetére generált buffert az „Analysis” fülön lévő „Buffer” utasítással, ahol bementi adatként a székesfehérvári utakat adtam meg, kimeneti adatként pedig az új réteggként elmentendő fájl nevét. Ezen kívül még a távolsághoz kellett megadnom a kívánt értéket, mely ebben az esetben is 50 méter volt.

Második lépésben a belváros környékének útjai köré hoztam létre ugyanezen módszerrel egy 50 méteres Buffert. Mivel azonban én két egymástól eltérő övezetet szerettem volna létrehozni, az egyik a már meglévő belváros környéke, a másik pedig az ezen kívül eső rész, a Székesfehérvári utak 50 méteres övezetéből még ki kellett vágnom a belvárosi utak 50 méteres övezetét. Ezt a műveletet végeztem el harmadik lépésben az „Analysis” fül „Erase” nevű parancsával. Bementi adatként adtam meg a Székesfehérvári utak 50 méteres övezetét tartalmazó réteget és törlendő adatnak a belvárosi utak 50 méteres övezetét. Ezen kívül a kimeneti réteg nevét kellett megadnom. Az így kapott övezeteket szemlélteti az alábbi kép:



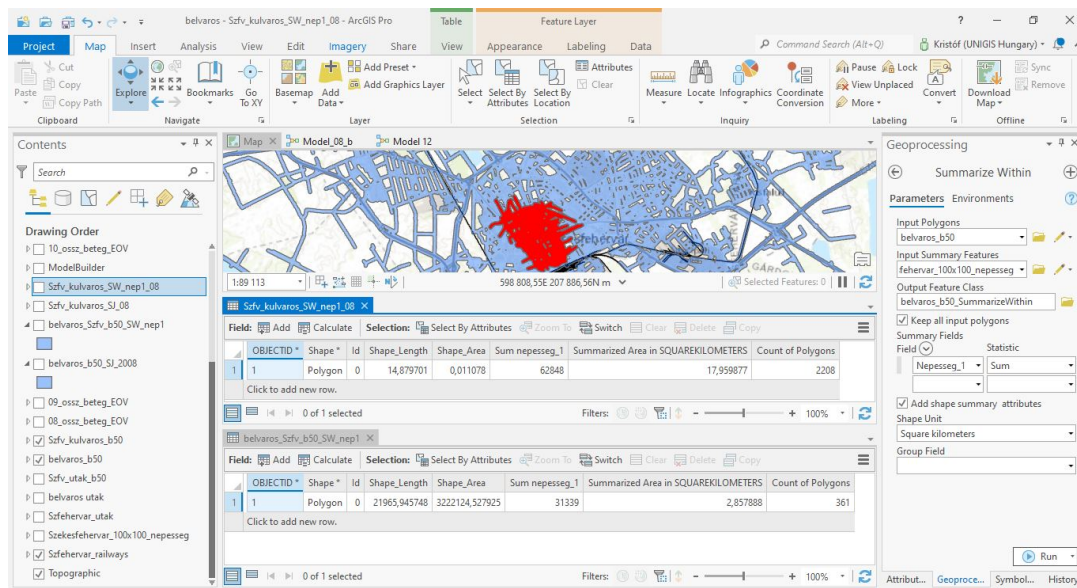
12. Ábra: A belváros és a belvároson kívüli rész 50 méteres övezete (piros: belváros, kék: belvároson kívüli rész) [31]

Ezután a betegségpontokat kellett megszámláltatnom a két különböző forgalmú területen, vagyis a belvárosi és a belvároson kívüli részeken. Ezt végeztem el negyedik lépésként az „Analysis” fül „Spatial Join” utasítással mind a két rétegre. Bemeneti adatnak a területet adtam meg, ahol meg akartam számláltatni a betegeket, kapcsolódó adatnak a megszámlálni kívánt betegeket tartalmazó rétegfájlt. Ezen kívül az eredményfájl nevét kellett megadnom, illetve hogy a betegségpontok összegére vagyok kíváncsi, amit a „Field” fülön tudtam megadni, a „Sum” kiválasztásával.



13. Ábra: Betegesszámok a két övezetben a 2008-as betegségek alapján [31]

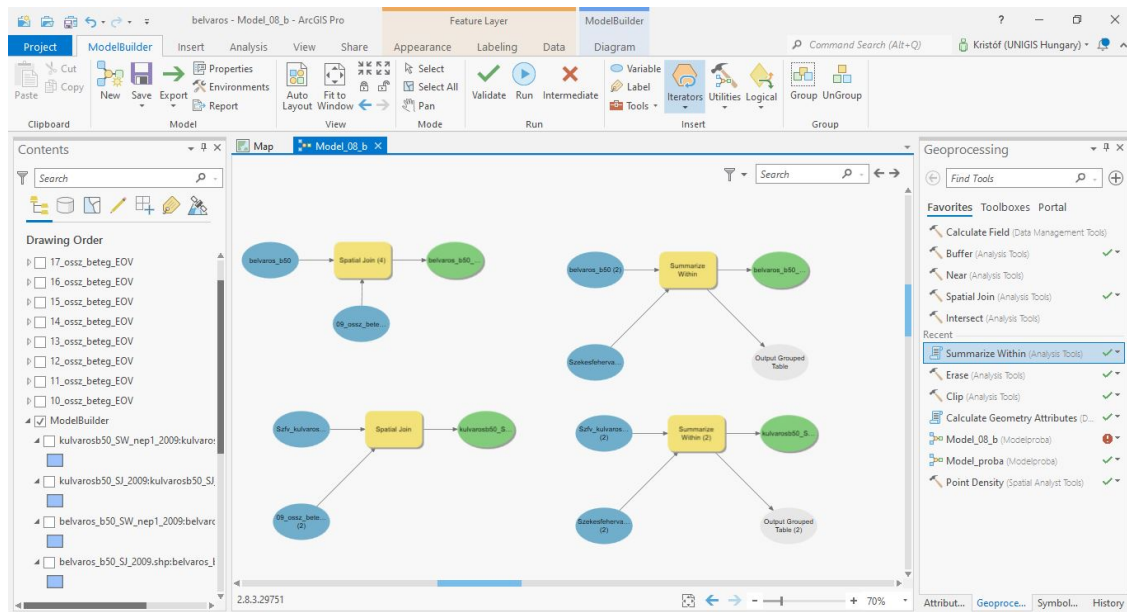
A képen jól látható, hogy a belvárosban kevesebb betegséget számolt a program (1542), mint a külvárosban (2435 db). Tekintve, hogy jóval kisebb területről van szó, vagy hogy például Magyarországot nézve a lakosság „csak” nagyjából 1/5-e él Budapesten érdemesnek találtam a népesség adatokkal normalizálni ezen értékeket. Ezt végeztem el ötödik lépésként az „Analysis” fül „Summarize Within” paranccsal mindkét rétegre. Bemeneti adatnak megadtam az övezetet, melynek lakosságára kíváncsi voltam, az összegzendő adatnak pedig a már beolvasott népességadatokat tartalmazó fájlt. A kimeneti fájlneven kívül meg kellett még adnom az összegezni kívánt oszlopot és az alkalmazandó statisztikát, melyek az adott évhez tartozó népességadatok és a „Sum” voltak.



14. Ábra: A belváros és azon kívül lakók száma 2008-ban [31]

A belvárosban a 2010-es népszépi adat szerint 31339 fő lakott, míg a külvárosban 62848 fő.

Ebből látható, hogy a lakosok száma majdnem kétszer annyi a külvárosban, mint a belvárosban, azonban a betegségek száma közel sincs kétszer annyi. Ezek alapján érdekesnek láttam a betegségrszámok és a népességradatok kiszámoltatását mind a 11 évre vonatkozóan. Ehhez a „Model Builder” menü segítségével létrehoztam egy modellt a hatodik lépésben, hogy ezen műveleteket egyszerre tudjam lefuttatni. Mivel minden évben ugyanazokra a buffer zónákra volt szükségem, így a modellben csak a két parancsra, a „Spatial Join”-ra és a „Summerize Within-re volt szükségem, mindkettőből kettőre, hiszen egy évben két réteg betegségeire és népességradataira voltam kíváncsi. (Mivel népesség adatom csak 2010-re, 2014-re és 2018-ra volt, ezért a „Summerize Within” parancsot csak háromszor kellett lefuttatnom mind a két övezetre.) Ezeket a „Geoprocessing” menüből húztam be. A műveletek futtatásához itt is meg kellett adnom a bementi és a kimeneti adatokat, vagyis, hogy milyen adatokon végezze el a modell a számításokat és hova mentse a kész fájlokat. Miután ezeket is megadtam, a Model Builder fül "Validate" paranccsal ellenőriztettem a felállított modell helyességét, majd lefutattam a modellt.



15. Ábra: A "Model Builder"-ben létrehozott modell [31]

The screenshot shows the ArcGIS Pro interface with the 'Summarize Within' tool parameters and the resulting data table. The tool parameters are set to 'Summarize Within' with 'belvaros_b50' as the input polygons and 'Summarize Within' as the output feature class. The resulting data table is shown below:

OBJECTID	Shape	Join_Count	TARGET_FID	Id	Country	State	City
1	Polygon	2446	0	0	Hungary	Fejér	Székesfehérvár

The table shows the results of the 'Summarize Within' operation, with columns for OBJECTID, Shape, Join_Count, TARGET_FID, Id, Country, State, and City. The data row shows a single record with OBJECTID 1, Shape Polygon, Join_Count 2446, TARGET_FID 0, Id 0, Country Hungary, State Fejér, and City Székesfehérvár.

16. Ábra: Betegesszámok és népességadatok 2009-ben a belvárosban és az azon kívüli területeken [31]

Ismét hasonló adateloszlást figyeltem meg, vagyis kevesebb megbetegedés figyelhető

meg a kevésbé forgalmas helyeken. Így ezen modellt a többi évre is lefuttattam, majd mindegyik évben megnéztem a betegségek és a népességadatok alakulását a két övezetben. Rendre az eddig megfigyelteket tapasztaltam.

A kapott eredményeket – darab betegség és népességszám az adott övezetben az adott évben – az alábbi táblázatban foglaltam össze:

év	Megbetegedések a belvárosban*	Népesség a belvárosban	Megbetegedések a belvároson kívüli utak 50 méteres környezetében	Népesség a belvároson kívüli területen
2008	1542	31339	2435	62848
2009	1614	31339	2446	62848
2010	1452	31339	2304	62848
2011	1458	31339	2286	62848
2012	1421	31339	2211	62848
2013	1519	30043	2363	61385
2014	1466	30043	2340	61385
2015	1515	30043	2374	61385
2016	1510	30043	2500	61385
2017	1522	32544	2445	61955
2018	1427	32544	2432	61955

5. Táblázat: A kapott betegségszámok és népességadatok a belvárosban és azon kívül

*A belvárosi utak 50 méteres környezete gyakorlatilag lefedte az egész belvárost.

(Népesség adatok 2010-re, 2014-re és 2018-ra álltak rendelkezésemre)[32]

6. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

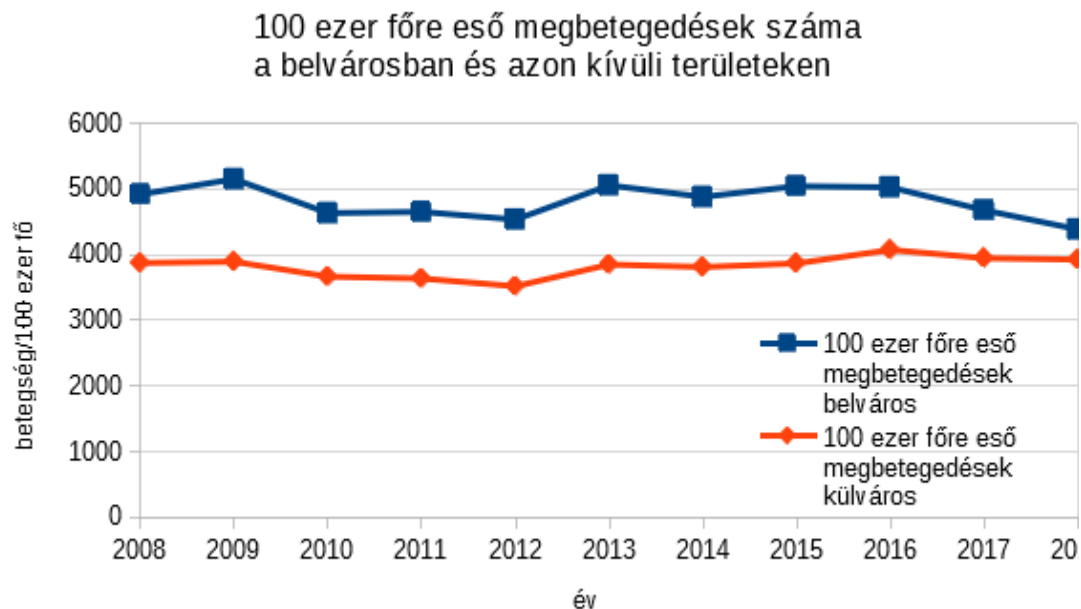
Szakdolgozatomban a megbetegedések és a levegőminőség kapcsolatát vizsgáltam térinformatikai eszközökkel Székesfehérvár területén. A szakirodalmi részben alátámasztottam, hogy a légszennyezés okozhat megbetegedéseket, valamint, hogy a légszennyezés nagy részéért a közlekedés a felelős. Ezt igazolandó bemutattam a szakirodalom szerinti egészségkárosító hatását a rossz minőségű levegőnek. Ismertettem a lakosság érintettségét a különböző komponensek tekintetében, rámutatva, hogy mely komponensek a felelősek. Az iparágakra bontott légszennyezés ismertetésével bemutattam a közlekedés jelentős szerepét a légszennyezésben. A közlekedés, mint fő kibocsátó által leginkább szennyezést okozó komponensek ismertetésével pedig bizonyítottam, hogy innen származnak a komponensek, melyeknek akár a lakosság fele is ki van téve. A közlekedésből származó légszennyezést okozó főbb komponensek egészségügyi hatásainak ismertetésével igazoltam a vizsgált betegségek kapcsolatát a légszennyezéssel. A székesfehérvári levegőminőségi adatokat az egészségügyi határértékekhez viszonyítottam és ismertettem az egyes légszennyező komponensek határérték-túllépéseinek darabszámát az adott években (2008-2018), ezzel alátámasztva, hogy a székesfehérvári levegő minősége a 2008-2018 közötti adatok alapján hatással lehetett az ott élők egészségügyi állapotára.

A megbetegedések számát nagy forgalmú és nem nagy forgalmú területen hasonlítottam össze Székesfehérváron a QGIS és az ArcGIS Pro térinformatikai szoftverek alkalmazásával. A megbetegedések népességarányos összehasonlításánál megfigyelhető volt, hogy a megbetegedések nagyobb számban fordultak elő a belvárosi, forgalmas utak 50 méteres környezetében, mint a nem olyan forgalmas külvárosi és környező utak 50 méteres környezetében. A kapott értékekből népességarányos megbetegedés előfordulást készítettem, százezer főre vetítve a megbetegedések számát.

év	Megbetegedések a belvárosban 100 ezer főre	Megbetegedések a belvároson kívül 100 ezer főre
2008	4940	3874
2009	5150	3892
2010	4633	3666
2011	4652	3637
2012	4534	3518
2013	5056	3849
2014	4880	3812
2015	5043	3867
2016	5026	4073
2017	4677	3956
2018	4385	3925

6. Táblázat: népességarányos megbetegedés előfordulás százezer főre, a belvárosban és a belvároson kívül [32]

Az adatokat grafikonon is feltüntettem:



17. Ábra: Népességarányos megbetegedés előfordulás százezer főre vetítve a megbetegedések számát a belvárosban és a belvároson kívül [33]

Ahogy az a táblázatból és a grafikonból is jól látszik az adatok között jelentős eltérés van, és a grafikon alapján az értékek az utolsó vizsgált években közeledtek egymáshoz. Összehasonlítva az átlagolt 11 éves adatokat elmondható, hogy a kevésbé forgalmas területeken 20%-kal kevesebb megbetegedés volt átlagosan az elmúlt 11 évben, ami szám szerint 991 évenként. Noha ezen elemzés alapján nem zárható ki számos további befolyásoló tényező, az elmondható, – feltételezve, hogy ahol jelentős a zajszennyezés, ott nagy a forgalom, és így a levegőszennyezés is – a vizsgálat eredménye egybeesik a szakirodalomban közöltekkel, hogy amennyiben a levegőszennyezés túllépi az egészségügyi határértéket, hosszú távon negatívan hat a megbetegedések számára.

7. JAVASLATOK

Ahogy a szakirodalomból, valamint szakdolgozatom eredményeiből is látható, a levegőminőség befolyásolja a megbetegedések számát. Érdeemes lenne azonban kibővíteni és pontosítani a vizsgálatot, hogy tisztább képet kapjunk az összefüggés erősségéről. A vizsgálathoz szükséges paraméterek tekintetében érdemes lenne kiterjeszteni a vizsgálatot a másik légszennyezés által jellemzően okozott megbetegedés csoportra, a légúti megbetegedésekre. A levegőminőséggel való szorosabb összefüggés érdekében pedig célszerű lenne több helyen levegőminőség vizsgálatot végezni, több időszakban (több időjárási körülmény között, például szmogos időben és nem szmogos időben, lsd. 2.1. fejezet), a jelentős mértékben közlekedésből származó komponensekre. (PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_x , CO). A helyszíneket tekintve több nagy forgalmú, több kisebb forgalmú és több forgalom által nem befolyásolt területen lenne érdemes mérni. Esetleg ki lehetne terjeszteni a vizsgálatot országos szintűre, ebben az esetben már bizonyosan rendelkeznének megfelelő felbontású adatokkal a műholdfelvételek (pl. Sentinel 5P) is, így segíthetnének a levegőminőség meghatározásában. Továbbá amennyiben megfelelő adatsorok állnak rendelkezésre statisztikai módszerek alkalmazását is fel lehetne használni az összefüggések vizsgálatára.

8. TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ

Szakdolgozatomban a megbetegedések és a levegőminőség kapcsolatát vizsgáltam térinformatikai eszközökkel Székesfehérvár területén. A szakirodalmat áttekintve alátámasztottam, hogy a légszennyezés okozhat megbetegedéseket, valamint, hogy a légszennyezés jelentős részéért a közlekedés a felelős. Ezt igazolandó bemutattam a szakirodalom szerinti egészségkárosító hatását a rossz minőségű levegőnek. Ismertettem a lakosság érintettségét a különböző komponensek tekintetében, rámutatva, hogy mely komponensek a felelősek a megbetegedésekért. Az iparágakra bontott légszennyezés bemutatásával rámutattam a közlekedés jelentős szerepére a légszennyezésben. A közlekedés, mint fő kibocsátó által leginkább szennyezést okozó komponensek ismertetésével pedig bizonyítottam, hogy innen származnak a komponensek, melyeknek a lakosság akár fele is ki van téve. A közlekedésből származó légszennyezést okozó főbb komponensek egészségügyi hatásainak ismertetésével igazoltam a vizsgált betegségek kapcsolatát a légszennyezéssel. A székesfehérvári levegőminőségi adatokat az egészségügyi határértékekhez viszonyítottam, és ismertettem az egyes légszennyező komponensek határérték-túllépéseinek darabszámát az adott években (2008-2018), ezzel alátámasztva, hogy a székesfehérvári levegő minősége a 2008-2018 közötti adatok alapján hatással lehetett az ott élők egészségügyi állapotára.

A megbetegedések számát nagy forgalmú és nem nagy forgalmú területen hasonlítottam össze Székesfehérváron a QGIS és az ArcGIS Pro térinformatikai szoftverek alkalmazásával. A megbetegedések népességarányos összehasonlításánál megfigyelhető volt, hogy a megbetegedések nagyobb számban fordultak elő a belvárosi, forgalmas utak 50 méteres környezetében, mint a nem olyan forgalmas külvárosi és környező utak 50 méteres környezetében.

A kapott értékekből népességarányos megbetegedés előfordulást készítettem, százezer főre vetítve a megbetegedések számát. Összehasonlítva a 11 éves adatok átlagait elmondható, hogy a kevésbé forgalmas területeken 20%-kal kevesebb megbetegedés volt átlagosan az elmúlt 11 évben. Noha ezen elemzés alapján nem zárható ki számos további befolyásoló tényező, elmondható, – feltételezve a levegőszennyezést, ahol a

forgalom és a zajszennyezés jelentős – a vizsgálat egybeesik a szakirodalomban közöltekkel, így a levegőszennyezés hosszú távon negatívan hat a megbetegedések számára amennyiben túllépi az egészségügyi határértékeket.

Az elemzés kiterjesztése javasolható mind a vizsgálatához szükséges paraméterek tekintetében -(így a légszennyezés másik jellemzően okozott megbetegedéseire, a légúti megbetegedésekre)- mind a vizsgálandó területek levegőminőség-vizsgálata vonatkozásában. Továbbá amennyiben megfelelő adatsorok állnak rendelkezésre statisztikai módszerek alkalmazását is fel lehetne használni az összefüggések vizsgálatára.

9. IDEGEN NYELVŰ TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ

In my thesis I examined the link between air quality and diseases with the help of GIS tools in the area of Székesfehérvár. Reviewing the literature, I verified the fact, reviewing literature and reference, that air pollution can lead to disease and that transport is responsible for a significant part of air pollution. To prove this statement I have shown the harmful effects of poor air quality, using scientific literature. I described the impact of air pollution on the population in terms of different components, pointing out which components are responsible for the diseases. I revealed the significant role of transport in air pollution by presenting air pollution broken down into industry sectors. I proved that the components, to which even up to half of the population is exposed, derives from transport. As transport being the main emitter, I described the components of it, components which cause the most pollution. I proved the link between the studied diseases and air pollution by presenting the effects on health of the main components that cause air pollution deriving from transport. The air quality data of Székesfehérvár I compared with the health limit values and described how many times the limit values of each air pollutant component exceeded the limit in the respective years, 2008-2018. This way I confirmed that the air quality of Székesfehérvár might have influenced the health status of people living there. I compared the number of disease occurrences in high-traffic and non-high-traffic areas in Székesfehérvár using QGIS and ArcGIS Pro GIS softwares. Comparing the results of diseases by population, it showed that the diseases occurred in higher numbers the 50-metre neighbouring area of downtown and busy roads than in the 50-meter area of less busy suburban and surrounding roads. From the obtained values I calculated the diseases occurrence by population, converting the number of diseases per one hundred thousand people.

Analysing 11 years of data averages it can be stated that the number of occurrences in the less busy areas was 20% lower on average over the past 11 years. Even though several other influencing factors cannot be excluded based on this analysis, it can be concluded, supposing air pollution in areas where traffic and air pollution are

significant, this study concurs with the view of related literature, namely that air pollution has a negative long-term effect on health if it exceeds established health limits. It is recommended to extend the analysis both in terms of parameters required for the research, such as other characteristic diseases of air pollution, namely respiratory diseases, and in terms of air quality assessment of the areas to be examined. In addition, even statistical methods could be used to examine correlations, in case appropriate data sets are available.

10. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] World Health Organisation: Air Pollution (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

- [2] Worlometers: World Population (2020 and Historical)
 (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://www.worldometers.info/world-population/>

- [3] Környezetmérnöki és Kémiai Technológiai Intézeti Tanszék munkaközössége:
 A Földünk állapota, Pannon Egyetem Kiadó, Veszprém, 2007. 176. o.

- [4] Natinal Institute of Environmental Sciences: Air Pollution and Your Health
 (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/air-pollution/index.cfm>

- [5] National Toxicology Program: Monograph on the Systematic Review of Traffic-related Air Pollution and Hypertensive Disorders of Pregnancy, Public Health Service of U.S. Department of Health and Human Services, North Carolina, USA, 2019

- [6] Our World in Data: The global distribution of deaths from outdoor air pollution
 (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://ourworldindata.org/outdoor-air-pollution?country=>

- [7] Edgardo M. I : Az Európai Gazdasági és Szociális Bizottság véleménye – A közúti közlekedés okozta szennyezőanyag-kibocsátás – konkrét intézkedések a stagnálás leküzdésére (saját kezdeményezésű vélemény), In Eur-Lex, Brüsszel, 2009.07.16
 (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.C_.2009.317.01.0022.01.HUN&toc=OJ%3AC%3A2009%3A317%3ATOC

- [8] Dr. Domokos Endre: Levegőtisztaság-védelem, In Környezetmérnöki Tudástár, 11. kötet, Pannon Egyetem- Környezetmérnöki Intézet, Veszprém, 2011, 45.o.
- [9] Kertész K: A termikus utóégető levegőtisztaság-védelmi jelentősége a rotációs offset nyomdatechnológiában, Diplomadolgozat, Pannon Egyetem, Veszprém, 2012.
- [10] Dr. Kovács F: Közlekedéstan jegyzet, Egyetemi jegyzet, Széchenyi IstvánEgyetem, Győr, 2002 (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://ko.sze.hu/catdoc/list/cat/7086/id/7097/m/4974>)
- [11] KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft: A közlekedés környezetszennyező hatásai (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<http://www.kozlekedesilegszennyez.es.hu/tudastar/altalanos-tudnivalok/a-kozlekedes-koernyezetszennyezo-hatasai>
- [12] Csapó P: A közlekedési eredetű légszennyezés hatása a városi kerékpározásra, Diplomamunka, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, 2016, 14.o.
- [13] Országos Közegészségügyi Intézet: Az egyes légszennyezők legfontosabb egészségkárosító hatásai, Tudományos háttéranyag, 2005
(Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://pm10.kormany.hu/download/3/21/70000/OKI%20L%C3%A9gszennyez%C5%91%20anyagok%20hat%C3%A1sai.pdf>
- [14] Sameer et al: WHO air quality guidelines global update, jegyzőkönyv, Bonn, Németország, 2005.10.18-20. (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/147851/E87950.pdf

- [15] Saját szerkesztésű kép, adatok forrása: Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat
(Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://legszenneyezettseg.met.hu/levegominoseg/meresi-adatok/automata-merohalozat>
- [16] Saját szerkesztésű táblázat, adatok forrása: Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat
<https://legszenneyezettseg.met.hu/levegominoseg/meresi-adatok/automata-merohalozat> (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
- [17] Országos Közegészségügyi Intézet: Térinformatikai Csoport
(Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
http://oki.antsz.hu/intezetunkrol/terinformatikai_csopor
- [18] Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság: Rohamosan fejlődő térinformatika és fiatal szakterület a katasztrófavédelemben, In Hírlevél, 2015. 03
(Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
http://bte.hu/files/BM_OKF_Hirlevel_2015_3_havi.pdf
- [20] European Environmental Agency: European Air Quality Index
(Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index>
- [20] Saját szerkesztésű kép, adatok forrása: European Environmental Agency
(Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index>
- [21] Kertész K :A térinformatika jelentősége a környezetvédelemben a Copernicus programon keresztül, Egyetemi dolgozat, Óbudai Egyetem, Budapest, 2019. 7.o.

- [22] Kovács Gy. G : A levegőminőségi BTEX mérések visszavezetettsége a gyakorlatban, Szakdolgozat, Óbudai Egyetem, Budapest, 2019.
- [23] Kertész K :A térinformatika jelentősége a környezetvédelemben a Copernicus programon keresztül, Egyetemi dolgozat, Óbudai Egyetem, Budapest, 2019.
- [24] Saját szerkesztésű táblázat, adatok forrása: Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<http://levegominoseg.hu/hatarertek>
- [25] LIFE IP HUNGAIKY Projekt: Levegőminőség javítása 8 régióban a levegőminőségi tervek végrehajtásának elősegítésével
(Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<http://hungaiy.hu/projekt>
- [26] Ács G: Az Etna okozta a kiugró légszennyezést, nem a Szuezi-csatornán kialakult dugó, Hírek, In Euronews, 2021.04.15 (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://hu.euronews.com/2021/04/15/az-etna-okozta-a-kiugro-legszennyezest-nem-a-szuezi-csatornan-kialakult-dugo>
- [27] Sipos G: Az átmeneti leállás javította a levegőminőséget, de nem oldja meg a klímaváltozás problémáját, Hírek, In Magyar Tudományos Akadémia, 2020. 05 18. (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
https://mta.hu/tudomany_hirei/karanten-jarvany-kornyezeti-hatasok-110606
- [28] Kristóf P: Műholdak rendkívüli metánkibocsátást észleltek Madrid környékén, Hírek, In Euronews, 2021.11.12. (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://hu.euronews.com/2021/11/12/muholdak-a-rendkivuli-metankibocsatast-eszleltek-madridban>

- [29] Saját szerkesztésű kép, adatok forrása: Székesfehérvár Megyei Jojú Város honlapja, a honlap 2017.03.31-i állapota, (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://www.szekesfehervar.hu/strategiai-zajterkep?parent=196>
- [30] Adatok forrása: Geofabrik GmbH and OpenStreetMap Contributors, (Utolsó megtekintés: 2021.12.09.)
<https://download.geofabrik.de/europe/hungary.html>
- [31] Saját készítésű kép
- [32] Saját készítésű táblázat, Népszégszdgatok forrása PROF. DR. Izbéki Ferenc, Fejér Megyei Szent György Kórház adatbázisa
- [33] Saját szerkesztésű grafikon, Népszégszdgatok forrása PROF. DR. Izbéki Ferenc, Fejér Megyei Szent György Kórház adatbázisa
- [34] Saját szerkesztésű táblázat, Adatok forrása Ivánácz D: Egészségügyi adatok térinformatikai feldolgozása egy mintaterületen, Szakdolgozat,

11. MELLÉKLETEK

7. Táblázat: A vizsgált megbetegedések és a hozzájuk tartozó Betegségek Nemzetközi Osztályozása (BNO) szerinti kódok [34]

BNO Kód	BNO Megnevezés
I10h0	Magasvérnyomás-betegség (elsődleges)
I2000	Instabil angina pectoris
I2010	Angina pectoris bizonyított koszorúér spasmussal
I2080	Angina pectoris egyéb formái
I2090	Angina pectoris, k.m.n.
I2100	Heveny elülső fali transmuralis szívizomelhalás
I2110	Heveny alsó fali transmuralis szívizomelhalás
I2130	Heveny transmuralis szívizomelhalás a lokalizáció megjelölése nélkül
I2140	Heveny subendocardialis szívizomelhalás
I2190	Heveny szívizomelhalás, k.m.n.
I2191	Heveny szívizomelhalás, k.m.n. Q hullám nélkül
I2500	Atheroscleroticusként megnevezett szív- és érrendszer betegség
I2510	Atheroscleroticus szívbetegség
I2520	Régi szívizomelhalás
I2530	Szívaneurysma
I2540	Koszorúér-aneurysma
I2550	Ischaemiás cardiomyopathia
I2560	Néma szívizom-ischaemia
I2580	Idült ischaemiás szívbetegség egyéb formái
I2590	Idült ischaemiás szívbetegség, k.m.n.
I6100	Agyállományi vérzés féltekében, subcorticalis
I6110	Agyállományi vérzés féltekében, corticalis
I6120	Agyállományi vérzés féltekében, k.m.n.
I6130	Agyállományi vérzés agytörzsben
I6140	Agyállományi vérzés kisagyban
I6150	Agyállományi vérzés agykamrában

I6160	Agyállományi vérzés több lokalizációban
I6180	Agyállományi vérzés, egyéb
I6190	Agyállományi vérzés, k.m.n.
I6300	Agyi infarctus a praecerebralis ütőerek rögződése miatt
I6310	Agyi infarctus a praecerebralis ütőerek emboliája miatt
I6320	Agyi infarctus a praecerebralis art. k.m.n. elzáródása-szűkülete miatt
I6330	Agyi infarctus a cerebralis ütőerek rögződése miatt
I6340	Agyi infarctus a cerebralis ütőerek emboliája miatt
I6350	Agyi infarctus a cerebralis art. k.m.n. elzáródása-szűkülete miatt
I6360	Agyi infarctus az agyi visszerek nem suppuratív rögződése miatt
I6380	Agyi infarctus, egyéb
I6390	Agyi infarctus, k.m.n.