

Budapest,
2020.
szeptember 15..

A fenntartható fejlődés és az államháztartás kölcsönhatásai, a levegőminőség példáján

A Költségvetési Tanács által megrendelt kutatás

Készítette:

Balás Gábor

Koltai Luca

Varró András

Szabó Tamás

Közreműködött:

Lócsei Hajnalka

HÉTFA Kutatóintézet

A használható tudásért

Cím: 1051 Budapest, Október 6. u. 19., IV/2.
Telefon: +36 30 730 6668, Fax: +36 1 700 2257
E-mail: info@hetfa.hu, www.hetfa.hu

Tartalom

Vezetői összefoglaló	3
Javasolt intézkedések	5
1. Bevezetés	8
2. Helyzetkép	9
2.1. A legfontosabb szennyező anyagok, egészségügyi határértékek	9
2.2. A légszennyezés egészségügyi hatásai	11
2.3. A légszennyezés gazdasági hatásai	14
2.4. Nemzetközi egyezmények	15
2.5. Magyarországi helyzetkép	17
2.5.1. A levegőminőség területi eltérései	20
2.5.2. Hazai stratégiai dokumentumok	27
2.5.3. A beavatkozások pénzügyi háttere	30
3. Költség-haszon elemzés	34
3.1. Költségek azonosítása	34
3.2. Legfőbb szennyezők és hatásuk Magyarországon	37
3.2.1. Légszennyező anyagok és forrásaik	38
3.2.2. Lakossági légszennyezés: energiahatékonyság és épületállomány	39
3.2.3. Közlekedés	40
3.3. A beavatkozások hatásának értékelése	43
3.3.1. Háztartások	44
3.3.2. Közlekedés	47
3.3.3. Javasolt intézkedések	52
Hivatkozások jegyzéke	54

Vezetői összefoglaló

A levegő szennyezettsége jelentős hatással van az egészségre, a várható élettartamra és az életminőségre. A főként a lakossági energiafelhasználás és a közlekedés révén nagy mennyiségű káros légszennyező anyag rövidtávon a rossz minőségű, szmogos levegőben, hosszútávon pedig különböző egészségügyi kockázatok formájában érezteti hatását.

A közelmúltban számos, környezet- és természetvédelemmel kapcsolatos kormányzati dokumentum született, amely a cselekvés fontosságát hangsúlyozza (Nemzeti Égajlatváltozási Stratégia, Éghajlatváltozási Cselekvési Terv, Klíma és Természetvédelmi Akcióterv, Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia, Nemzeti Fenntartható Fejlődés Stratégia stb.). És a téma továbbá várhatóan a 2021-es uniós költségvetési ciklusban is kiemelt fontosságú lesz.

A Költségvetési Tanács 2020 márciusában a HÉTFA Kutatóintézetet bízta meg azzal, hogy a levegőminőség példáján keresztül mutassa be a fenntartható fejlődés és az államháztartás kölcsönhatásait. Elemzésünk elkészítésekor elsősorban a létező vizsgálatok és adatok másodelemzésére támaszkodtunk, bemutatva a téma releváns irodalmát és diskurzusait, a kormányzati stratégiák célkitűzéseit, az elérhető statisztikák és mérések alapján a hazai trendeket. Emellett a költségvetésre gyakorolt hatások esetében az érintettek lehető legszélesebb körét feltárva számszerűsítettük azokat a költségeket, amelyek közvetve vagy közvetlenül érintik a központi költségvetést. A javaslatok értékelésénél a költség-haszon elemzés (CBA) módszerét alkalmaztuk. Javaslatunkat a számítások elvégzése után, azok eredményének ismeretében tettük meg.

A légszennyezés forrásai alapvetően 4 csoportba sorolhatók természetes eredetű szennyezők, antropogén eredetű szennyezők, illetve megkülönböztethetünk elsődleges és másodlagos szennyezőket. Természetes szennyezőnek számítanak a nem emberi tevékenység folytán keletkező szennyezők, előfordulásuk gyakoriságát azonban fokozhatják az emberi tevékenységek. Az antropogén eredetű szennyezők már emberi tevékenységhez köthetők, kibocsátói a szárazföldi, vízi és légi közlekedés, a fosszilis erőművek, a kereskedelmi és háztartásbeli energiafelhasználás (fűtés, főzés), az ipari tevékenységek, a biomassza égetés, a mezőgazdasági tevékenységek. Elsődleges szennyezőnek azok az anyagok számítanak, amelyeket közvetlenül a forrásból bocsátottak ki, például a gyárkéményeken, vagy gépjármű kipufogón keresztül távozó szennyezők. A másodlagos szennyezők akkor keletkeznek, amikor az atmoszférában kémiai reakció történik egy elsődleges szennyezővel. **A legfontosabb légszennyező anyagoknak a szállópor, az ózon, a kén-dioxid, illetve a toxikus fémek tekinthetők.**

Több elemzés is rámutatott már, hogy a legnagyobb egészségügyi kockázatot a szállópor, a nitrogén-dioxid és az ózon magas aránya jelenti. Egyes csoportok, így az alacsonyabb jövedelműek, idősek, és fejlődő korban lévő gyermekek nagyobb egészségügyi kockázatnak vannak kitéve. **A légszennyezettség – elsősorban egészségkárosító hatása révén - komoly gazdasági károkkal jár, lerövidíti a várható**

élettartamot, növeli az egészségügyi kiadásokat és az elvesztett munkanapok miatt csökkenti a termelékenységet és az adóbevételeket. Emellett negatív hatással van az élővilágra, rontja a víz és a talaj minőségét, mindezek hatással vannak az élhetőségre és például olyan gazdasági ágazatokra, mint a turizmus vagy a mezőgazdaság.

A fosszilis tüzelőanyagokból származó káros anyag szakértői becslések szerint évente körülbelül 4,5 millió korai halálzásért felelős világszerte, emellett növeli az akut megbetegedések számát, kórházi kezelések millióit teszi szükségessé, és több milliárd munkaóra kiesését okozza. A fosszilis tüzelőkből származó légszennyezés költsége a világ GDP-jének körülbelül 3,3%-át teszi ki, amelyhez jelentősen hozzájárul, hogy a szén- és olajipari, illetve járműgyártó cégek többségében továbbra is környezetszennyező, nem korszerű technológiákat alkalmaznak.

Magyarország levegőminősége nemzetközi összehasonlításban közepesnek mondható. A legnagyobb kihívást a közlekedési eredetű nitrogén-dioxid, a nyáron magas talajközeli ózon, valamint a légköri aeroszol (PM10) szennyezettség jelenti. Az aeroszol és nitrogén-dioxid egészségügyi határértéket túllépő szintje miatt már kötelezettség szegési eljárás is indult hazánk ellen. Az aeroszol kibocsátás mértéke összefügg az időjárási körülményekkel, enyhe tél esetén a kevesebb fűtési igény miatt alacsonyabb szokott lenni annak mértéke.

Magyarországon jelenleg 34 település 51 mérőállomásán mérik a levegő szennyezettségét, illetve a legfontosabb légszennyező anyagok levegőbeli koncentrációját. Az OMSZ Légszennyezettségi Indexe a mérőállomásokon mért kén-dioxid, nitrogén-dioxid, egyéb nitrogén-oxid, szén-monoxid, ózon, szállópor (PM₁₀, PM_{2.5}) és benzol szennyezőanyagok adataiból készül. Ennek adatai alapján 2018-ban sehol nem volt „erősen szennyezett” a levegő minősége. Az összesített index alapján 39 mérőállomás környezetében „jó”, 10 mérőállomás környezetében „megfelelő”, 5 mérőállomás környezetében pedig „szennyezett” volt a levegő minősége.

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség riportja szerint Magyarországon a PM_{2.5} éves átlagos koncentrációja 2014-ben 17,3 mikrogramm/köbméter volt, és 11.970 ember korai halálzásáért volt felelős, ami összesen 129.400 elveszített életévnek tudható be, míg 100 ezer lakosra vetítve 1.310 elvesztett életév tulajdonítható, ami az egyik legmagasabb szám a vizsgált európai országok között (Bulgária, Koszovó, Macedónia, Szerbia és Lengyelország esetében található még hasonlóan magas érték). A nitrogén-oxid átlagos koncentrációja 17,1 mikrogramm/köbméter volt, és 1.210 ember korai halálát okozta, az ózon koncentrációja miatt pedig 350 ember vesztette el idejekorán életét. A nitrogén-dioxid koncentrációja miatt 13.100 életév vesztett el Magyarországon, ami 100 ezer lakosra vetítve 133 elveszített életévet jelent, míg az ózonnak 3.800 elveszített életév, 100 ezer lakosra vetítve 38 elveszített életév tulajdonítható.

Tanulmányunk készítése során megkíséreltük számszerűsíteni a levegőben lévő károsanyagok okozta nemzetgazdasági szintű károkat, illetve a mérséklésével elérhető potenciális hasznokat. Számításaink

szerint Magyarországon egy átlagos emberi élet értéke (value of statistical life, VSL) 2020-ban 3,2 millió dollár, azaz körülbelül 974,734 millió forint. Becslésünket kétféle módszertannal is elvégezve nagyon hasonló eredményre jutottunk.

A VSL segítségével meghatározhatjuk, hogy évente mekkora nemzetgazdasági szintű kár éri Magyarországot a légszennyezés következtében elvesztett életévek miatt. Három károsanyagra (szállóport, nitrogén-oxidok, ózon) számított életévcsökkenést a várható élettartammal (79,33 év) elosztva úgy becsüljük, hogy **évente 1844 emberélet veszik el hazánkban a légszennyezés következtében**. Ami a korábban bemutatott számítás alapján **1 797 milliárd forintnyi veszteségnek felel meg évente, azaz a 2019-es GDP körülbelül 3,8%-a**. A legnagyobb kárt a PM2.5 okozza, mely önmagában az összes GDP hatás közel 90%-át okozza, így az elemezhető három anyag közül ezt lehet a legérdekesebb csökkenteni, a relatív változások itt lehetnek a legnagyobbak.

Egy másik lehetséges megközelítési mód lehet a károk számszerűsítésére a várható élettartam és annak GDP-re való hatásának számszerűsítése. A közelmúltban a Chicagói Egyetem által megalkotott Air Quality Life Index alapján a légszennyezés **világszerte átlagosan közel két évvel csökkenti a várható élettartamot. Magyarországon pedig átlagosan 0,4 évvel**, ami a szennyezettebb észak-magyarországi részeken akár 0,5 év is lehet. Korábbi kutatási eredmények szerint a várható élettartam 1%-os növekedése 6-8%-kal növeli az egy főre jutó GDP-t.

A 0,4 éves várható élettartam növekedés a magyar várható élettartam (79,33 év) tekintetében 0,5%-os növekedésnek tekinthető, azaz, **ha sikerülne elérni a WHO által meghatározott levegőtisztaságra vonatkozó standardot, akkor az egy főre jutó GDP körülbelül 3-4%-kal magasabb lenne**. A 2019-es évre vonatkozó nominális GDP és az államháztartási bevételek ezen belüli arányát adottnak véve a 4%-os (közel 2 milliárd forintnyi) GDP bővülés körülbelül 823 millió forintos bevételnövekedést eredményezne az államháztartásnak évente.

Javasolt intézkedések

A légszennyező anyagok legfőbb forrásai általában könnyen beazonosíthatók, ezáltal a csökkentésüket célzó leghatékonyabb intézkedések is meghatározhatók. Az OMSZ adatai alapján a leginkább összetett problémának a nitrogén-oxidok tekinthetők, ezek kibocsátása a legkevésbé koncentrált, 41%-a tulajdonítható a közlekedésnek, 21% a háztartásoknak és 16% a mezőgazdaságnak. Az ammónia kibocsátás 90%-áért a mezőgazdaság felelős, és közel hasonló mértékben koncentrált a PM2.5 emissziós szerkezete, amelynek 86%-áért a háztartások a felelősek. A kormány PM10 programjában szereplő adatok szerint a PM10 kibocsátás 67%-a származik a háztartásoktól.

A két legfontosabb beavatkozási terület tehát a háztartások energiafogyasztása, illetve a közlekedés. Költség-haszon elemzésünk eredményei, vagyis várható megtérülésük alapján ezen beavatkozási területeken a következő intézkedésekre teszünk javaslatot.

Az államháztartás szempontjából a legnagyobb haszonnal azok az intézkedések járnak, amelyek a levegőben szálló kisméretű részecskék mennyiségének csökkentését célozzák. Ez tárgyi eszközökbe, illetve infrastruktúrába történő beruházás révén valósítható meg leginkább, de rövidtávon a gépjárművek által sűrűn használt közutak jelenleginél gyakoribb takarítása, nyári időszakban és éjszaka történő locsolása révén is pozitív változások érhetők el.

Hosszabb távú program javaslatunk:

- **Roncsautó csere program:** Hazánkban mintegy 274 ezer alacsony környezetvédelmi besorolású dízelautó futtat, amelyek a legnagyobb szennyezői a gépkocsiállományban. Többek között adókedvezményekkel ösztönzött roncsautó csere program révén vagy hatósági áras felvásárlás útján csökkenthető az Euro 4-es környezetvédelmi besorolású gépjárművek száma. Tanulmányunk három alternatívát vázol roncsautó csere programra, amelyek 17,35 milliárd forinttal csökkenthetik a légszennyezés gazdasági kárait. Egy ilyen támogatási rendszer diszkontálás nélkül körülbelül 9 éven belül megtérülne.
- **Nagyvárosi buszcseréprogram:** Az erősen szennyező, sűrűn lakott környezetben nagyobb károkat okozó, elöregedett városi autóbuszok Euro 6-os környezetvédelmi besorolású buszokra történő cseréje. Tekintve, hogy az elektromos busz, mint általános megoldási technológia még nem teljesen kiforrott (akkumulátorok erőssége, töltőkapacitás hiányosságai), ezt helyettesítendő, vagy ezzel párhuzamosan előnyös alternatívát jelenthetnek a nem elektromos, de alacsony emissziós, Euro VI-os buszok. Ezen buszok 92%-kal kevesebb nitrogén-oxidot bocsátanak ki, mint az Euro I-es buszok, mellyel az éves gazdasági kár 4,738 milliárd forinttal csökkenhet. Ezen felül egy Euro VI besorolás alá eső busz akár 98%-kal kevesebb szállóport bocsát ki a kipufogóján keresztül, mint egy Euro I-es besorolású, így az ebből származó károk is érdemben csökkenthetők.
- **Behajtásmentes övezetek:** Az Euro 4-esnél alacsonyabb környezetvédelmi besorolású autók számára behajtásmentes övezetek alakíthatók ki a belvárosokban. Például Lausanne-Morges régióban a forgalomcsillapító intézkedések révén a PM10 mértékét 10 év alatt 3,3 mikrogram/m³-rel csökkentve 26 idő előtti halálozást, 290 elveszített életévet, 215 kórházban eltöltött napot és 47 ezer munkanapnak megfelelő betegszabadságot/iskolából van hiányzást takarítottak meg évente, számszerűsítve mintegy 36 millió svájci franknyi, körülbelül 11,5 milliárd forintnyi összeget
- **A fatüzelés hatékonyabbá tétele:** Egy pellet kazáncsere támogatása a szilárd tüzelésű fűtőberendezéssel rendelkező háztartások számára a háztartások PM2,5 kibocsátása a jelenlegi szint 17%-ára eshet vissza. Amelynek eredményeként az háztartásonként 173 ezer forinttal csökkennének a rossz levegőtisztaság okozta károk. Ezzel összhangban a szociális tűzifa program felülvizsgálatára is szükség van (a pellet kazánra váltók számára szociális tűzifa helyett szociális pellet kiosztása, a vizesen kiosztott tűzifa gyakorlatának megszüntetése, a rossz fűtőértékű és erősen légszennyező lignit szociális tüzelőként történő kiosztásának megszüntetése.)



- A kertekben történő **avar- és hulladékégetés tilalmának** hatósági eszközökkel történő betartatása, ezzel kapcsolatos szemléletformáló kampányok folytatása és bővítése. Az ilyen tevékenységekből eredő légszennyezésnek ugyanis fontos szerepe van abban, hogy Magyarországon uniós kötelezettségzegési eljárás van folyamatban, ami komoly veszteséggel járhat a költségvetés számára.

1. Bevezetés

Mind a szakmai diskurzusban, mind a médiában gyakorta megjelenő téma a hazai levegőminőség, különösen fűtésszezonban. Ennek oka, hogy főként a lakossági energiafelhasználás és a közlekedés révén nagy mennyiségű káros légszennyező anyag kerül a levegőbe, amely rövidtávon a rossz minőségű, szmogos levegőben, hosszútávon pedig különböző egészségügyi kockázatok formájában érezteti hatását.

A közelmúltban számos, környezet- és természetvédelemmel kapcsolatos kormányzati dokumentum született (Nemzeti Égajlatváltozási Stratégia, Éghajlatváltozási Cselekvési Terv, Klíma és Természetvédelmi Akcióterv, Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia, Nemzeti Fenntartható Fejlődés Stratégia stb.), a téma továbbá várhatóan a 2021-es uniós költségvetési ciklusban is kiemelt fontosságú lesz majd. Ezeken felül számos nemzetközi egyezmény foglalkozik a témakörrel.

A Költségvetési Tanács 2020 márciusában a HÉTFA Kutatóintézetet bízta meg azzal, hogy a levegőminőség példáján keresztül mutassa be a fenntartható fejlődés és az államháztartás kölcsönhatásait.

Kutatásunk során a következő kérdésekre kerestük a választ:

- Melyek a magyarországi légszennyezés legfőbb kiváltó okai, jellegzetességei??
- Hogyan változott a levegő minősége Magyarországon az elmúlt években, illetve nemzetközi összehasonlításban?
- Milyen típusú kibocsátás, mely anyagok a légszennyezés legfőbb okozói? Milyen, a levegőminőség javításával kapcsolatos kötelezettségeket rónak Magyarországra a nemzetközi egyezmények, és melyek a kormányzati stratégiai dokumentumok legfontosabb vállalásai, ezeknek várhatóan mennyi a költségvetési vonzata?
- Milyen társadalmi hatásai vannak a légszennyezettségnek, és ezeknek hogyan becsülhető a közvetlen és közvetett költsége az államháztartás számára?
- Milyen módszerekkel csökkenthetők leghatékonyabban az államháztartásnak a légszennyezettségéből eredő kiadásai?

Elemzésünk elkészítésekor elsősorban a létező vizsgálatok és adatok másodelemzésére támaszkodtunk, bemutatva a téma releváns irodalmát és diskurzusait, a kormányzati stratégiák célkitűzéseit, az elérhető statisztikák és mérések alapján a hazai trendeket. Emellett 5 darab szakértői interjút készítettünk, az alanyok között kormányzati szereplők és a terület civil szakértői is szerepeltek. A légszennyezettséggel összefüggő adatokat térképen ábrázoltuk. Emellett a költségvetésre gyakorolt hatások esetében az érintettek lehető legszélesebb körét feltárva számszerűsítettük azokat a költségeket (ún. monetizáció), amelyek közvetve vagy közvetlenül érintik a központi költségvetést. A javaslatok értékelésénél a költség-haszon elemzés (CBA) módszerét alkalmaztuk. Szakpolitikai intézkedésekre vonatkozó javaslatainkat a számítások elvégzése után, azok eredményének ismeretében tettük meg.

2. Helyzetkép

2.1. A legfontosabb szennyező anyagok, egészségügyi határértékek

A légszennyezés forrásai alapvetően 4 csoportba sorolhatók (Greenpeace, 2020): természetes eredetű szennyezők, antropogén eredetű szennyezők, illetve megkülönböztethetünk elsődleges és másodlagos szennyezőket.

Természetes szennyezőnek számítanak a nem emberi tevékenység folytán keletkező szennyezők, előfordulásuk gyakoriságát azonban fokozhatják az emberi tevékenységek. Például a levegőben terjedő sivatagi homok, a szulfitok, a vulkáni eredetű por, a talajban lejátszódó mikrobiális folyamatokból, villámlásokból és erdőtüzekből a levegőbe kerülő nitrogén-dioxid. .

Az antropogén eredetű szennyezők már emberi tevékenységhez köthetők, kibocsátói a szárazföldi, vízi és légi közlekedés, a fosszilis erőművek, a kereskedelmi és háztartásbeli energiafelhasználás (fűtés, főzés), az ipari tevékenységek, a biomassza égetés, a mezőgazdasági tevékenységek. Városi területeken a közlekedés és a fűtés számít a legnagyobb kibocsátónak.

Elsődleges szennyezőnek azok az anyagok számítanak, amelyeket közvetlenül a forrásból bocsátottak ki, például a gyárkéményeken, vagy gépjármű kipufogón keresztül távozó szennyezők. A másodlagos szennyezők akkor keletkeznek, amikor az atmoszférában kémiai reakció történik egy elsődleges szennyezővel. Nitrogén-oxidok és úgynevezett illékony szerves vegyületek reakciójaként keletkezik például az ózon, de a szállóporok bizonyos típusai is ebbe a csoportba sorolhatók.

Az Európai Unió légszennyezettségére vonatkozóan évente közöl részletes adatokat az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA). Adatait két minősítési szint alapján teszi közzé. Az Uniónak saját irányelvében lefektetett határértékek alapján, illetve az ennél szigorúbb WHO „air quality guideline” (AQD) alapján. Az EEA legutóbbi riportját 2019-ben, 2017-es adatokra vonatkozóan tette közzé a szállópor, az ózon, a nitrogén-dioxid, a kén-dioxid és a toxikus fémek vonatkozásában. (EEA, Air Quality in Europe - 2019 report, 2019)

Ezek alapján, az Európai Unió által megszabott határértékek alapján a PM₁₀¹ koncentráció a mérőállomások 22%-án, összesen 17 tagállamban volt a határérték fölött (WHO sztenderdek alapján 51%-ánál), a PM_{2.5} koncentráció pedig a mérőállomások 7%-ánál. Utóbbi koncentrációja a WHO által megszabott határértékek alapján az állomások 69%-ában volt túlzott mértékű, Észtország, Finnország és Norvégia kivételével minden vizsgált országban mértek a kívánatosnál magasabb értéket. Az Európai Unió 28 tagállamában élő összes városi lakosság 17%-a volt 2019-ben a PM₁₀ egészségtelen mértékű koncentrációjának kitéve az EU sztenderdek alapján, a WHO értékekkel számolva pedig 44%-uk. A PM_{2.5}

¹ PM₁₀ és PM_{2.5}: Szállópor, az angol „Particulate Matter” szó rövidítéséből, a 10 és a 2.5-es számok a szállópor részecskeméretét jelzik mikrométerben.

koncentrációja esetében még inkább kiütkeznek az EU és a WHO minősítési rendszerének különbségei, az uniós irányelvben szereplő határértékek alapján az Unió városi lakosságának 8%-a volt túlzott PM2.5 koncentrációnak kitéve, míg ugyanez az érték a WHO határértékei alapján 77% volt.

Az ózon mennyisége a mérőállomások 20%-ában volt az egészségügyi határérték fölött az uniós sztenderdek alapján, míg a WHO minőségkritériumai alapján 95%-ában. Túlzott ózon koncentrációnak az Unió városi lakosságának 14%-a volt kitéve, a WHO küszöbértékeit használva 96%, utóbbi mutató esetében a 2000 és 2017 közötti adatokat összehasonlítva semmilyen előrelépés nem történt.

A nitrogén-dioxid esetében is számos helyen mértek határérték fölötti koncentrációt, viszont ebben folyamatos a csökkenés a 2000-2017 közötti időszak adatait vizsgálva. 2017-ben a mérőállomások körülbelül 10%-ában mértek túlzott értéket mind az EU, mind a WHO által megszabott határértékek esetében. Az egészségügyi határértéket átlépő állomások az Unió 16 tagállamában található, a magas értékeket mérő állomások 86%-a közlekedési helyszínek közelében található, vagyis a legfőbb nitrogén-oxid kibocsátó a közlekedés.

Magas kén-dioxid szintet az állomások mindössze 2%-ában mértek, WHO-s sztenderdek esetén viszont az állomások 43%-án. Ez utóbbi adat azt jelenti, hogy az EU városi lakosságának 31%-a volt a WHO egészségügyi határértéke fölötti kén-dioxid koncentrációnak kitéve.

A szén-monoxidnak való kitétség a fentebbi szennyező anyagokhoz képest jóval ritkább az EU-ban, emellett az ilyen típusú légszennyeződés viszonylag jól lokalizálható.

A toxikus fémek (arzen, kadmium, nikkel, ólom és higany) kibocsátása folyamatosan csökken 2000 óta, ami levegőbeli koncentrációjuk csökkenéséhez vezetett. Ezen anyagok legfőbb forrása az ipar, és csökkenő jelenlétük ellenére továbbra is komoly egészségügyi kockázatot jelentenek, mert a talajba szivároghva, üledékként tovább élnek, vagyis ipari használatuk arányának csökkentése továbbra is indokoltnak és szükségesnek tűnik.

Az üvegházhatású gázok (ÜHG - olyan gázok - szén-dioxid, dinitrogén-oxid, metán, perfluorokarbon, fluorozott szénhidrogén, kén-hexafluorid- amelyek elnyelik a Föld felszínéről a világűr felé irányuló infravörös sugárzás egy részét, majd az elnyelt energia egy részét visszasugározzák a felszín irányába, amely az alsó légkör felmelegedéséhez vezet:) kibocsátása az ipari forradalom óta folyamatosan növekszik, a szén-dioxid átlagos koncentrációja a Földön az elmúlt 150 év során 280 ppm²-ről 408 ppm-re emelkedett, a növekedés üteme pedig az elmúlt 50 évben gyorsult fel különösen. Az ÜHG kibocsátás meglehetősen koncentrált, az összes kibocsátás 60%-áért 6 ország (Kína, USA, India, Oroszország, Japán, Németország) a felelős, 1990 és 2019 között pedig a legnagyobb kibocsátó országok közül egyedül Németország esetében figyelhető meg jelentősebb mértékű csökkenés (ÁSZ, 2019).

² "Part per million", a koncentráció nagyságát mutató mértékegység, az egész egymilliomod része

Az ÜHG kibocsátás fő forrásai az energiatermelés, az ipar, a mezőgazdaság és a közlekedés. Az, hogy ezen ágazatok között hogyan oszlik meg a kibocsátás, nagyban függ egy adott ország gazdasági szerkezetétől. (ÁSZ, 2019)

2.2. A légszennyezés egészségügyi hatásai

Több elemzés is megerősíti, hogy a legnagyobb egészségügyi kockázatot a szállópor, a nitrogén-dioxid és az ózon magas aránya jelentik. (EEA, Air Quality in Europe - 2019 report, 2019) (Greenpeace, 2020). Egyes csoportok, így az alacsonyabb jövedelműek, idősek, és fejlődő korban lévő gyermekek nagyobb egészségügyi kockázatnak vannak kitéve. A légszennyezettség gazdasági mellett komoly egészségügyi hatása is van, lerövidíti a várható élettartamot, növeli az egészségügyi kiadásokat és az elvesztett munkanapok miatt csökkenti a termelékenységet és az adóbevételeket. Emellett negatív hatással van az élővilágra, rontja a víz és a talaj minőségét, amely hatással van az élhetőségre és például olyan gazdasági ágazatokra, mint a turizmus vagy a mezőgazdaság.

A fosszilis tüzelőanyagokból származó káros anyag szakértői becslések szerint évente körülbelül 4,5 millió korai halálozásért felelős világszerte, emellett növeli az akut megbetegedések számát, kórházi kezelések millióit teszi szükségessé, és több milliárd munkaóra kiesését okozza. A fosszilis tüzelőanyagokból származó PM2.5 és ózon miatt 7,7 millió asztmás szoruló osztályon történő ellátásra, és körülbelül 1,8 milliárd órányi betegszabadságot generál világszerte évente (Greenpeace, 2020). Európában 2016-ban a PM2.5-nek való hosszútávú kitétség 412 ezer korai halálozásért volt felelős, amelyből 374 ezren az Európai Unió területén éltek. Nitrogén-oxid esetében ugyanez a szám 71 ezer volt (ebből 68 ezer az EU területén), ózon esetén pedig 15 ezer (ebből 14 ezer az EU területén) (EEA, Air Quality in Europe - 2019 report, 2019).

A Greenpeace szerint (Greenpeace, 2020) a fosszilis tüzelőanyagok kiváltására könnyen elérhető és megfizethető megoldások léteznek, amelyek a klímaváltozás hatásait is segíthetnek mérsékelni, a tiszta energiaforrások használata pedig akár kétharmadával is csökkentheti a korai halálozások számát. Emellett fontos a karbonsemleges közlekedési módokra való áttérés, hogy a városok levegője megtisztuljon, ehhez pedig jó színvonalú tömegközlekedés, gyalogos- és kerékpáros infrastruktúra szükséges, ezáltal csökkenthető a légszennyezettség mértéke és az ÜHG kibocsátás, ezen keresztül pedig a kardiovaszkuláris betegségek, a rák, az elhízás, a cukorbetegség, a mentális betegségek és légzőszervi betegségek száma.

2.2.1.1. PM10³

A szálló por a levegőben lebegő szilárd és folyékony részecskék elegye. Mérete alapján két nagy csoportra bontható: a 10 mikrométer átmérőjű szemcséket (PM10) durva részecskének nevezik, a 2,5 mikrométernél kisebb átmérőjű, „finom” porszemcsének.

A szálló por számos forrásból származhat, például a háztartások tüzeléséből, a közlekedésből, ipari tevékenységből, vagy akár dohányzásból is.

A magas szálló port koncentráció hozzájárul a várható élettartam jelentős csökkenéséhez, a szív- és érrendszeri, illetve légzőszervi betegségek, többek között a tüdőrák kialakulásához, az egészségügyi ellátórendszert pedig erősen megterheli a kórházi betegfelvételek miatt. A szálló por koncentrációjának emelkedése növeli továbbá az általános halálozások számát, az asztma, a krónikus nem specifikus légzőszervi betegségek, a szív- és érrendszeri betegségek, illetve nem rosszindulatú tüdőbetegségek miatti halálozások számát is.

A PM10 negatív hatásainak kortól függetlenül minden csoport ki van téve, a káros egészségügyi hatás már a határérték alatt is jelentkezik, a kisgyermek és a légúti betegségben szenvedők azonban kiemelt kockázatnak vannak kitéve.

2.2.1.1. Nitrogén-oxidok

A nitrogén-oxidok hő hatására jönnek létre. A légkör 78%-a stabil nitrogén gázokból áll, amely különböző folyamatok során oxidálódik, ami által nitrogén-oxidok jönnek létre. A nitrogén oxidálódhat természetes folyamatokon keresztül, például erdőtüzek vagy villámlás esetén, de emberi tevékenység hatására is, például üzemanyag égetésekor, vagy a hőerőművekben, esetleg a háztartásokban a fűtési tevékenység révén. A nitrogén-oxidoknak a közlekedés és a tüzelés mellett a vegyipar is fontos forrása.

A nitrogén-oxidok fontos szerepet játszanak a fotokémiai szmog-, illetve a savas esők kialakulásában, és károsítják az emberi egészséget is. Légzőszervi megbetegedéseket okoznak, a légutak nyálkahártyájának és a szem kötőhártyájának gyulladását eredményezhetik, és 200mg/m³ fölött roncsolják a tüdő szöveteit.

2.2.1.2. Kén-dioxid

A kén-dioxid színtelen, mérgező gáz, az egyik legveszélyesebb szennyező anyag. Légzőszervi megbetegedéseket okozhat, és a savas esők fő okozója. A levegőben szulfáttá alakulva úgynevezett másodlagos részecskéket alkot, amelyek az aeroszol részecskék meghatározó elemei.

³ A légszennyező anyagokat a [legszenyeztes.hu](http://www.legszenyeztes.hu)-n szereplő információk alapján ismertettjük (<http://www.legszenyeztes.hu/legszenyeztes/anyagok/legszenyeztes/>)

A kén-dioxid természetes forrása a vulkánok, óceánok, erdőtüzek, az emberi kibocsátásban a legjelentősebb szerepet a szén és az olaj erőművekben, illetve háztartásokban történő elégetése játssza, emellett jelentős a kénsav gyártás, a kohászat és az elemi kén feldolgozásának szerepe is.

A kén-dioxid légzőszervi megbetegedéseket okozhat, mint amilyen például a hörghurut. Irritálja az orr nyálkahártyáját, a légcsövet, a tüdőt és a szemet. Súlyos esetben okozhat asztma-szerű reakciót, reflexes gégegörcsöt és légzésbénulást. A legnagyobb veszélyt a gyermekekre, az asztmában és valamilyen egyéb légúti megbetegedésben szenvedő gyermekek és felnőttek számára jelenti.

2.2.1.3. Talajközeli ózon

Az ózont a közvéleményben pozitív hatású anyagként ismerjük, UV sugárzást kiszűrő hatása miatt, ez az anyag azonban a földfelszín közelében is megtalálható, ahol negatív hatással van mind az élővilágra, mind az emberi egészségre.

A talajközeli ózon egy része a sztratoszférából származik, másik jelentős része a felszín közelében, a troposzférában jön létre. Közvetlen ózonkibocsátás nem létezik, ez az anyag más légszennyezőanyagok átalakulásával jön létre, ezért másodlagos szennyezőnek nevezzük. Keletkezése a nitrogén-monoxid kibocsátáshoz köthető, az ember gépkocsik használata, fűtés és tüzelés során bocsátja ki, több részről álló kémiai folyamat révén. Keletkezéséhez szükség van elsődleges légszennyezőanyag kibocsátására (nitrogén-monoxidra és szerves gyökökre), másodsor pedig napsütésre. A városi forgalom beindulásakor reggelente először nitrogén-monoxid és szén-monoxid jut a levegőbe, amely aztán a napsütés erősödésével talajközeli ózonná alakul. Az ózon koncentrációja ebből kifolyólag a déli órákban éri el a maximumát, a késő délutáni forgalom által kibocsátott nitrogén-monoxid és szén-monoxid erős napsütés híján már nem növeli az ózon koncentrációját.

Az ózon izgatja a szemet és a légzőszervek nyálkahártyáját, súlyosbítja a krónikus betegségeket, elsősorban a hörghurutot és az asztmát. Súlyosbítja a pollenallergiát, és a légzőszervek gyulladását is kiválthatja. Emellett magas koncentrációja súlyosbítja a savas esők és a savas ülepedés hatását is. Ózonszennyezés szempontjából legveszélyeztetettebb csoportnak a gyermekek, az asztmában, és a valamilyen egyéb légúti megbetegedésben szenvedő gyermekek és felnőttek számítanak, továbbá a keringési betegségekben szenvedők és a kültérben nehéz fizikai munkát végző személyek.

1. táblázat: A legfontosabb légszennyező anyagok összefoglaló táblázata

Légszennyező anyag	Egészségügyi hatás	Legfőbb kibocsátó/beavatkozási terület
Kisméretű részecske (PM2.5 és PM10)	Hozzájárul a szív- és érrendszeri betegségek, többek között a tüdőrák kialakulásához	Háztartások fűtőberendezései, közúti közlekedés
Nitrogén-oxidok	Légzőszervi megbetegedéseket, nyálka- és szemkötő hártya gyulladást okoznak, magas koncentráció esetén súlyosan roncsolják a tüdő szöveteit	Közúti közlekedés
Kén-dioxid	Légzőszervi megbetegedéseket, például hörghurutot okoz, irritálja az orr nyálkahártyáját, a légcsövet, a tüdőt és a szemet, hozzájárulhat az asztmás betegségek kialakulásához	Fosszilis erőművek, kohászat, szén- és olajos kályhával fűtött háztartások
Talajközeli ózon	Izgatja a szemet és a légzőszervek nyálkahártyáját, súlyosbítja a pollenallergiát és krónikus betegségeket, mint az asztma, vagy a hörghurut	Közúti közlekedés

2.3. A légszennyezés gazdasági hatásai

A fosszilis tüzelőkből származó légszennyezés költsége a világ GDP-jének körülbelül 3,3%-át teszi ki, amelyhez jelentősen hozzájárul, hogy a szén- és olajipari, illetve járműgyártó cégek többségében továbbra is környezetszennyező, nem korszerű technológiákat alkalmaznak. Ebből a legnagyobb részt Kína (900 milliárd USD/év), az Amerikai Egyesült Államok (600 milliárd USD/év), valamint India (150 milliárd USD/év) viseli. (Greenpeace, 2020)

A légszennyezésből eredő károk egyik legnagyobb szeletét a közlekedés képezi. Az Európai Unióban a CE Delft COPERT alapján történő számításai szerint (CE Delft, 2018) a közúti közlekedéshez köthető teljes kárköltés mintegy 66,7 milliárd euró volt 2016-ban, ennek az összegnek 83%-a dízel járművekhez köthető. Ennél is magasabb szám jött ki azonban, amikor ugyanebben az elemzésben az úgynevezett TRUE (The Real Urban Emissions Initiative) kezdeményezés alapján gyűjtötték az adatokat. A TRUE alapján a közúti légszennyezés teljes valódi költsége 79,8 milliárd euró volt az EU28-ban 2016-ban, a dízelautók részesedése pedig ebből az összegből 75%. A TRUE adatai alapján a légszennyezéssel összefüggő kárköltések mintegy 91%-át teszik ki az egészségügyi kiadások az Európai Unió egészét tekintve, Magyarországon az arány ennél valamivel magasabb, 92%.

Az okozott károk tekintetében nem mindegy, hogy a légszennyezés milyen sűrűségű területen valósul meg, a nagyvárosi PM2.5 a legnagyobb kárköltésért implikálja egységnyi károsanyagra vetítve. **Egy**

magyarországi városban kibocsátott részecske költsége átlagosan 102 euró, a ritkán lakott vidéki területeken pedig csak 59 euró. Nitrogén-oxidok esetében is van becsült eltérés: a városokban 26,8, vidéken 15,8 euró a kárköltség Magyarországon egységnyi károsanyag-kibocsátásra vonatkoztatva (CE Delft, 2018).

A Greenpeace óvatos, mérsékelt, illetve magas értékű becslései alapján Magyarországon a légszennyezés költsége a becslés módszertanától függően évente 6.700, 9.400, vagy 13.000 millió USD, míg a légszennyezettségéből eredő korai halálozások száma 9.400, 13.000, vagy 17.000 főre volt tehető 2018-ban. A fosszilis tüzelőanyagok által okozott légszennyezés költsége a magyar GDP körülbelül 5%-át teszi ki, ami a Bulgária, Ukrajna, Fehéroroszország és Banglades esetében mért aránnyal egyezik meg. (Greenpeace, 2020)

2.4. Nemzetközi egyezmények

A légszennyezettség problémája a Föld minden országát, annak minden lakóját érinti, ebből kifolyólag nemzetközi szinten évtizedek óta vannak próbálkozások a folyamatok egységes mederbe történő terelésére. Ezek a globális szinten megfogalmazott célkitűzések azért fontosak, mert Magyarország számára is kijelölik a mozgásteret és a megvalósítandó célokat. A fontosabb mérföldköveket, illetve az Európai Unió által meghatározott kereteket és célkitűzéseket az Állami Számvevőszék 2019-es elemzésében (ÁSZ, 2019) szereplő információk alapján foglaljuk össze.

1992-ben Rio de Janeiroban 195 ország és regionális gazdasági csoportosulás (köztük Magyarország) írt alá a keretegyezményt, amelyben a fejlett ipari országok vállalták, hogy nyilvántartást vezetnek az ÜHG kibocsátásokról. Ezt követte az 1997-es Kiotói Egyezmény, amely az emberi tevékenység által a levegőbe juttatott szén-dioxid mennyiség világméretű, átlagosan 5,2%-os csökkentését tűzte ki célul a 2008-2012-es időszakra az 1990-es bázisévhez képest. A legutóbbi jelentős nemzetközi megállapodás az a 2015-ös párizsi klímakonferencián elfogadott célkitűzés, amely 1,5 Celsius-fokra kívánja korlátozni a globális átlaghőmérséklet-emelkedést az ipari forradalom előttihez képest, azáltal, hogy az egyezményt ratifikáló államok további kötelezettséget vállalnak saját gazdaságuk „dekarbonizálására”.

Az Európai Unió önálló szervezetként külön is ratifikálta az egyezményeket, 2008-ban pedig meghatározta saját, 2020-ra vonatkozó célkitűzéseit, ezek az úgynevezett 20/20/20-as célok:

- 1990-hez képest az ÜHG kibocsátás 20%-os csökkentése;
- Megújuló energiaforrások részesedésének 20%-ra történő növelése;
- Energiahatékonyság 20%-os javítása.

Az Unió ezek megvalósítása érdekében összkvótás kereskedelmi rendszert alakított ki, amelynek neve EU ETS. Ennek keretében 11 ezer energiaigényes létesítményt írtak össze az EU területén, amelyek összkibocsátására felső határértéket szabtak meg, ezt a plafont pedig folyamatosan csökkentik.

Az Unióban 2015-re sikerült elérni a szén-dioxid kibocsátás 20%-os csökkentését, 2014-ben 2030-ig további 20%-os csökkentést határozott meg az EU egészére vetítve, emellett 2016-ban kiadták az úgynevezett Referencia Forgatókönyvet, amely 2050-ig szóló ajánlásokat tartalmaz az egyes tagországokra vonatkozóan. Fontos dokumentum az Európai Bizottság által 2018-ban kiadott „Tiszta bolygót mindenkinek! – Európai Hosszútávú Stratégiai Jövőkép egy Virágzó, Modern, Versenyképes és klímasemleges gazdaságról” című közleménye, amely arra a kérdésre próbál meg választ adni, miként tölthetne be az Európai Unió vezető szerepet a klímasemlegesség terén. A dokumentum alapján az Európai Bizottság a megoldást a megvalósítható technológiai megoldásokba való befektetésben, a polgárok szerepvállalásának elősegítésében, a kulcsfontosságú területeket (ipar, pénzügy, kutatás) érintő intézkedések összehangolásában és a méltányosság biztosításában látja. Emellett ambíciózus, 2050-ig elérendő 80-95%-os ÜHG kibocsátást is előíranyoz, a Bizottság ugyanis úgy számol, hogy addig a legnagyobb kibocsátó ágazatokban részben, vagy teljes egészében kiválthatók lesznek a fosszilis energiahordozók.

A közleménynek önmagában ugyan nincsen közvetlen jogi relevanciája, de azt az Európai Parlament és a Tanács döntéseinek meghozatala során figyelembe veszi, ami világosan mutatja, hogy az elkövetkező évtizedek fejlődésében a klímabarát termelésre és fogyasztásra történő átállás kulcsfontosságú lesz. A közleményben megfogalmazott legfontosabb intézkedések és célkitűzések a következők:

- Az energia az ÜHG kibocsátás 75%-áért felelős: a jövőbeli rendszer integrálni fogja a villamos, gáz, fűtési/hűtési és mobilitási rendszereket és piacokat, az intelligens hálózatok pedig a polgárokat állítják a középpontba. Ehhez az átálláshoz szükséges az innováció erősítése az energiaiparban, a közlekedésben, az iparban és a mezőgazdaságban.
- A primer energiaellátást nagyrészt megújuló energiaforrások biztosítják, ezáltal jelentősen javul az ellátás biztonsága és növekszik a munkahelyek száma. A kontinens energiaimporttól való függősége a mostani 55%-ról 20%-ra csökken 2050-re.
- 2050-ig nulla nettó ÜHG kibocsátás a lakossági és szolgáltatási szektorban egyaránt. Ezt nagyobb arányú épület felújításokkal, megújuló energiával fűtött épületekkel, tüzelőanyag váltással, intelligens otthonok kialakításával és modern szigetelőanyagok használatával lehet elérni.
- Az ÜHG kibocsátás körülbelül negyede a közlekedésből származik, ezért szükséges a mobilitási rendszerek dekarbonizációja, az alacsony kibocsátású járműtechnológiák terjesztése, a hatékonyabb és fenntartható akkumulátorok gyártása, alternatív erőátviteli rendszerek, önvezető gépjárművek elterjedése, amelynek következtében tisztább lesz a levegő, alacsonyabb a zajszint, kevesebb a baleset, a polgárok pedig egészségesebbé válnak, ami megtakarítást eredményez a gazdaságok számára. A Bizottság szerint a közlekedés átalakulását a szállítási díjak és közlekedéshez kapcsolódó adók révén lehet támogatni.
- A mezőgazdaságban jelentős potenciál rejlik a szén-dioxid megkötés terén. Az ágazat kibocsátása az erdők, a talaj, a mezőgazdasági területek, a partmenti vizes élőhelyek fenntartásával, területük

tovább növelésével, a mezőgazdasági termelés ÜHG kibocsátásának hatékony és fenntartható termelési módszerekkel történő csökkentésén keresztül mérsékelhető.

- A körforgásos gazdaság, új üzleti modellek előmozdítása, az erőforrások és tudás összefogása, a szinergiák maximalizálása. Ezek révén számos ipari termék előállítása jelentősen kisebb energiaszükséglettel fog járni, az újrahasznosítás javítja a versenyképességet, bővíti az üzleti lehetőségeket és munkahelyeket teremt, a kevesebb hulladék pedig kisebb energiaszükséglettel jár.

Az újonnan megalakult Európai Bizottság 2019-ben mutatta be az Európai Zöld Megállapodás ütemtervét, amely Európa gazdaságának fenntarthatóvá tételét célozza meg. Legfőbb célja az erőforrások hatékony felhasználásának elősegítése a tiszta, körforgásos gazdaságra való átállás révén, illetve a biológiai sokféleség helyreállítása a környezetszennyezés mértékének csökkentése által. A stratégia meghatározza a szükséges beruházásokat és a rendelkezésre álló finanszírozási eszközöket. Kiemelt feladatként a környezetbarát technológiákba való beruházást, az innováció előmozdítását az ipari szereplők körében, a tisztább, olcsóbb és egészségesebb közlekedési formák bevezetését az egyéni és a tömegközlekedésben, az energiaágazat széntelenítését, az épületek energiahatékonyságának biztosítását, illetve a nemzetközi partnerekkel a világszintű környezetvédelmi szabványok javítása érdekében való együttműködést nevezi meg. Az Európai Unió emellett vállalja, hogy pénzügyi és technikai támogatást nyújt azoknak a vállalkozásoknak és régióknak, amelyek számára nagy kihívást jelent a zöld gazdaságra való átállás. Az úgynevezett méltányos átállási mechanizmus keretében legalább 100 milliárd eurót kívánnak mozgósítani a 2021-2027-es időszakban a legnehezebb helyzetben lévő régiók számára.⁴

2.5. Magyarország helyzete

Magyarország levegőtisztasága nemzetközi összehasonlításban közepesnek mondható. A legnagyobb kihívást a közlekedési eredetű nitrogén-dioxid, a nyáron magas talajközeli ózon, valamint a légköri aeroszol (PM10) szennyezettség jelenti. Az aeroszol és nitrogén-dioxid egészségügyi határértéket túllépő szintje miatt korábban már kötelezettség szegési eljárás is indult hazánk ellen, de 2011 óta nem történt határérték túllépés. Az aeroszol kibocsátás mértéke összefügg az időjárási körülményekkel, enyhe tél esetén a kevesebb tüzelés miatt csökkenni szokott annak mértéke. (Agrárjelentés, 2016)

Az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) 2015. évi adatai alapján a települések levegőjének összesített eredménye szerint a települések túlnyomó része a "jó" kategóriába tartozik, négy település, Budapest, Vác, Sajószentpéter és Pécs pedig a "megfelelő" besorolást kapta. (Agrárjelentés, 2016). (Az

⁴ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_hu

egyres légszennyező anyagok mennyiségének alakulását a különböző mérőállomásokon a tanulmány későbbi részében részletesen is ismertetjük).

Az Országos Levegőterhelés-csökkentési Program (OLP) helyzetértékelése szerint Magyarországon a '80-as évektől kezdve a szigorodó környezetvédelmi szabályozásnak köszönhetően mérséklődött a légszennyezőanyagok kibocsátása és javult a levegő minősége. Míg korábban a kén-dioxid és a szén-monoxid emisszió okozta a legnagyobb problémát, mára a kisméretű részecske, a nitrogén-oxidok, a felszín közeli ózon és az ammónia kibocsátás jelenti a legnagyobb kockázatot az emberi egészségre és a természetre.

A légszennyező anyagok nemzeti kibocsátásaira vonatkozó kötelezettségeket uniós irányelv tartalmazza a kén-dioxidra, nitrogén-oxidokra, ammóniára és nem metán illékony szerves (NMVOC)-, valamint a PM2.5-re vonatkozóan, a kötelezettséget pedig 2005-ös bázisévhez viszonyítva 2020-ra és 2030-ra állapítja meg. Az ammónia, nitrogén-oxidok és kén-dioxid kibocsátása nem éri el a 2010-től betartandó nemzeti kibocsátási értékeket. A lakossági szektorra vonatkozó hivatalos biomassza felhasználási adatokat 2018-ban felülvizsgálták, és az új magasabb értékekkel számított NMVOC kibocsátással az összemisszió meghaladta a felső határt. A trágya- és mezőgazdasági talajkezelésből eredő NMVOC kibocsátás ugyanakkor a szabályozás szerint levonható a megfelelés értékelésekor, ennek figyelembe vételével az NMVOC kibocsátás is alatta marad az előírt kibocsátási szintnek.

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség riportja szerint Magyarországon a PM2.5 éves átlagos koncentrációja 2014-ben 17,3 mikrogramm/köbméter volt, és 11.970 ember korai halálzásáért volt felelős. A nitrogén-oxid átlagos koncentrációja 17,1 mikrogramm/köbméter volt, és 1.210 ember korai halálát okozta, az ózon koncentrációja miatt pedig 350 ember vesztette el idejekorán életét. A PM2.5 koncentrációnak összesen 129.400 elveszített életév tudható be, míg 100 ezer lakosra vetítve 1.310 elvesztett életév tulajdonítható, ami az egyik legmagasabb szám a vizsgált országok között (Bulgária, Koszovó, Macedónia, Szerbia és Lengyelország esetében található még hasonlóan magas érték). A nitrogén-dioxid koncentrációja miatt 13.100 életév vesztett el Magyarországon, ami 100 ezer lakosra vetítve 133 elveszített életévet jelent, míg az ózonnak 3.800 elveszített életév, 100 ezer lakosra vetítve 38 elveszített életév tulajdonítható. (EEA, Air Quality In Europe - 2017 report, 2017)

Az elmúlt évtizedekben jelentősen javult a hazai gazdaság kibocsátás intenzitása, vagyis az egységnyi gazdasági teljesítményre eső ÜHG kibocsátás folyamatosan csökkent. Az elmúlt évek trendjei alapján látható, hogy a gazdasági növekedés fenntartása mellett lényegében a kibocsátás intenzitás jelentős javításával érhető el a kibocsátás-csökkentési célkitűzések, amit a takarékosabb energiahasználatra való ösztönzéssel, az energiahatékonyság növelésével, a megújuló és karbonsemleges energiaforrások részarányának növelésével, azaz a villamosenergia-mix környezetbarát átalakításával kivitelezhető. (I. ÉCsT, 2020)

Magyarország nemzetközi viszonylatban nem számít nagy ÜHG kibocsátónak, az egy főre számított szén-dioxid kibocsátás 5,2 tonna volt 2017-ben, míg az EU átlaga 6,9 tonna, a visegrádi országok közül pedig

Magyarország tudhatja magáénak a legkedvezőbb értéket. (ÁSZ, 2019) Ennek oka egyrészt az alacsony egy főre jutó energiafogyasztás, másrészt az atomenergia és az alacsony fajlagos kibocsátású földgáz dominanciája az energiamixben (az energiatermelési formák százalékos megoszlása). (NÉS-2, 2018)

Magyarország a világ ÜHG kibocsátásának körülbelül 0,1%-át, az Európai Unióénak körülbelül 1%-át adja, az 1990-es bázishoz képest 32%-os csökkenést ért el az erdészeti és egyéb földhasználati szektorok elnyelésének levonása nélkül, ami az Unión belül a 9. legjelentősebb csökkenés. Hazánk egy főre jutó ÜHG kibocsátása 6,6 tonna, ami az uniós átlag (8,8 tonna) 75%-a. A World Research Institute megállapítása szerint Magyarország abban a 21 országot alkotó körben van benne, amely 1990-hez képest úgy csökkentette ÜHG kibocsátását, hogy közben növelni tudta a GDP-jét. (I. ÉCST, 2020)

Az ÜHG kibocsátás alakulása jól elkülöníthető szakaszokra bontható. 1990-es évek legelején a kibocsátás radikális csökkenése, a szocialista nehézipar megszűnése, az atomenergia és földgáz térnyerése, a gazdasági szerkezet átalakulása és a mezőgazdaság teljesítményének csökkenése következtében a kibocsátás radikálisan csökkent. A 2008-as válság is komolyan befolyásolta az ÜHG kibocsátást, 2008 és 2009 között 9%-os csökkenés volt megfigyelhető, a következő 5 évben pedig további 12%-os, ezáltal a kibocsátás mennyisége elérte az 1990 óta mért legalacsonyabb szintet. A csökkenő trend 2014-ben szakadt meg, 2015-ben már 5%-os növekedést regisztráltak, ami még így is közel 20%-kal elmarad a 2005-ös szinttől. (NÉS-2, 2018) Az adatokból mindenesetre kikövetkeztethető, hogy a gazdaság teljesítménye és a kibocsátás szintje között összefüggés van, vagyis a gazdaság teljesítményének fenntartása, vagy növelése a kibocsátás csökkentésével párhuzamosan komoly kihívás elé állítja a kormányzatot.

Magyarország ÜHG kibocsátásában az energiatermelés- és felhasználás (villamosenergia termelés, hőtermelés, hűtés, közlekedési célú üzemanyag) a legmeghatározóbb. Az energiatermelés és felhasználás az ÜHG kibocsátás 59%-át adja, a közlekedés 13%-át, a mezőgazdaság és az ipar 11-11%-át, míg a hulladék 6%-át, és az ÜHG kibocsátás nagy része a fosszilis energiahordozók elégetéséhez kapcsolódik. (ÁSZ, 2019)

Egy ország ÜHG kibocsátása nagyban függ annak energiamixétől. Az energiamixet a földrajzi elhelyezkedés, az éghajlat és az energiahordozó készletek nagysága határozza meg. Az Eurostat adatai alapján Magyarországon 11,7% volt a megújuló energiaforrások aránya a 2016. évi energiamixben. Ez magasabb, mint a három másik visegrádi országé, de elmarad az EU 13,2%-os átlagától, illetve Ausztria 29,7%-os arányától. Magyarország megújuló energiatermelésében a biomasszának van a legjelentősebb szerepe (10,8% az energiamixben, a fatüzelés azonban jelentős ÜHG kibocsátással jár, a nagyon alacsony, vagy nem létező ÜHG kibocsátással járó víz- (0,1%), szél- (0,2%), geotermikus (0,5%) energia összesen az 1%-ot sem éri el az energiamixben. (ÁSZ, 2019)

Magyarország energiafelhasználásának 35-40%-a az épületállományhoz kötődik. A mintegy 3,4 millió lakás 70%-a nem felel meg a korszerű funkcionális műszaki, illetve hőtechnikai követelményeknek, és hasonló az arány a középületek esetében is. Az éghajlati körülményekkel korrigált lakossági energiafelhasználás tekintetében Magyarország a tíz legmagasabb értéket mutató országban van az EU-n belül. (ÁSZ, 2019)

Az energiefelhasználásban meghatározó szerepet tölt be a kőolaj, amelynek következtében a közlekedés ÜHG kibocsátása is magas. A közlekedésen belül a közúti közlekedés a legnagyobb kibocsátó, ennek fő oka a meglévő járműállomány összetétele és mennyisége⁵, a járművek területi eloszlása, az utak kapacitása, ebből kifolyólag a forgalom folyamatossága és a forgalomirányítási rendszer elmaradottsága. A közlekedés az egyetlen olyan ágazat, ahol 1990 óta nőtt az ÜHG kibocsátás, aminek oka a növekvő motorizáció és autóhasználat a közösségi közlekedés és vasúti áruszállítás rovására. 1995 és 2007 között 75%-kal nőtt a járművek kibocsátása, 2007 és 2013 között a recesszióval összefüggésben 23%-kal esett vissza, 2014 és 2019 között ismét mint egy 12%-os növekedés figyelhető meg a gazdasági növekedés, illetve az üzemanyagárak csökkenésének következtében. (ÁSZ, 2019)

2.5.1. A levegőminőség területi eltérései

Magyarországon az OMSZ a 2018-as állapotok szerint 34 település 51 mérőállomásán mérte a levegő szennyezettségét, illetve a legfontosabb légszennyező anyagok levegőbeli koncentrációját. Az OMSZ Légszennyezettségi Indexe a mérőállomásokon mért kén-dioxid, nitrogén-dioxid, egyéb nitrogén-oxid, szén-monoxid, ózon, szállópor (PM₁₀, PM_{2.5}) és benzol szennyezőanyagok adataiból készül. Ennek adatai alapján 2018-ban sehol nem volt „erősen szennyezett” a levegő minősége. Az összesített index alapján 39 mérőállomás környezetében „jó”, 10 mérőállomás környezetében „megfelelő”, 5 mérőállomás környezetében pedig „szennyezett” volt a levegő minősége (OMSZ, 2019).

2. táblázat: Összesítés a légszennyezettségi index alapján

Szennyező	Kiváló	Jó	Megfelelő	Szennyezett	Erősen szennyezett
SO ₂	42	0	0	0	0
NO ₂	16	24	3	3	0
NO _x	21	18	2	5	0
PM ₁₀	1	42	8	1	0
PM _{2.5}	0	18	5	0	0
Benzol	15	5	0	0	0

⁵A Magyarországon forgalomba helyezett elektromos autók száma 2017 májusában nem érte el az 1000 darabot sem. 2018 szeptemberére a zöld rendszámú autók száma megközelítette a 8 ezret, a tisztán elektromosoké pedig a 3500-at. A Jedlik Ányos tervben szereplő célkitűzés szerint 2020 végére 30 ezer elektromos hajtású személy- és kishaszonjárműnek kell forgalomban lennie Magyarországon. 2020 május végén már 20 ezer fölött volt a zöld rendszámú autók száma itthon, amelynek közel fele, 9 ezer volt tisztán elektromos (<https://e-cars.hu/2020/06/10/20-ezer-folott-a-zold-rendszamos-autok-szama-magyarorszagon/>)

CO	49	0	0	0	0
O ₃	3	46	0	0	0

Forrás: OMSZ, 2019.

Fentebbi táblázatból látható, hogy a kén-dioxid, illetve a szén-monoxid szintje minden mérőállomáson kiváló értéket mutatott, míg a nitrogén-dioxid és az egyéb nitrogén-oxidok, illetve a szállópor esetében már magasabb volt a kedvezőtlenebb minősítések száma.

Az OMSZ automata mérőhálózatának 2015-2019 közötti, SO₂-re, NO₂-re, O₃-ra és PM₁₀-re vonatkozó értékeit is megvizsgáltuk településenként, ennek, illetve a Levegőhigiénés Index értékeinek 5 éves alakulását a következő alfejezetben ismertetjük szennyezőanyagoként.

2.5.1.1. Levegőhigiénés index

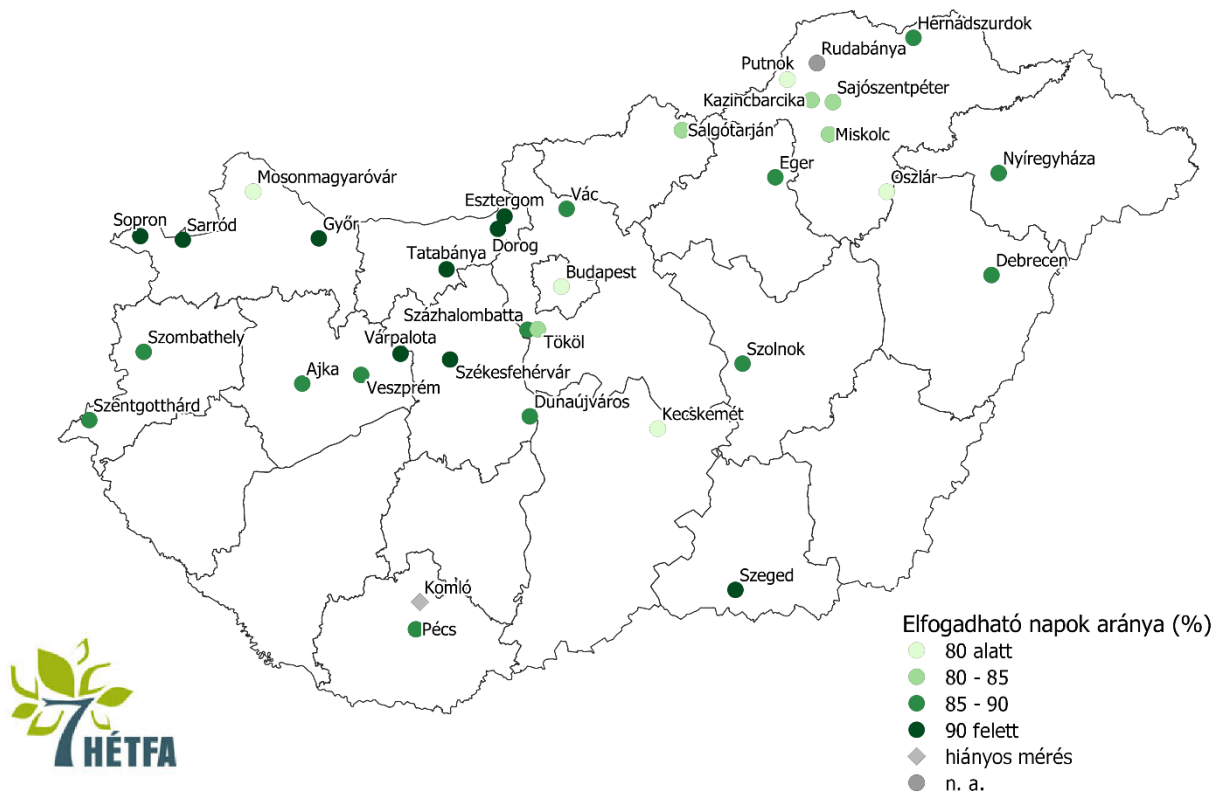
A levegőhigiénés index (LHI) a légszennyezettségi mérőhálózat adatai alapján készül, az egészségkockázat szempontjából legfontosabb légszennyezőanyagok figyelembevételével. Értékét a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) a PM_{2.5}, a PM₁₀, a nitrogén-dioxid és az ózon koncentrációjának alakulása alapján határozza meg, naponta. Kiszámítása a 24 órás átlagkoncentráció értékek (PM_{2.5} és PM₁₀ esetén), a 8 órás mozgó átlagkoncentrációk napi maximuma (O₃ esetén) és az óras átlagkoncentrációk napi maximuma (NO₂ esetén) alapján történik.⁶

Az LHI rendszere 4 kategóriát tartalmaz: elfogadható, kifogásolt, egészségtelen és veszélyes minősítés létezik. Az LHI értékét az NNK jelenleg a következő városokra képes meghatározni: Ajka, Budapest, Debrecen, Dorog, Dunaújváros, Eger, Esztergom, Győr, Hernádszurdok, Kazincbarcika, Kecskemét, Komló, Miskolc, Mosonmagyaróvár, Nyíregyháza, Oszlár, Pécs, Putnok, Sajószentpéter, Salgótarján, Sarród, Sopron, Százhalombatta, Szeged, Székesfehérvár, Szentgotthárd, Szolnok, Szombathely, Tatabánya, Tököl, Vác, Várpalota, Veszprém.

A következő 2 térképen az LHI 2015 és 2019 között mért értékeit ábrázoltuk. Az első az elfogadható LHI értékű napokat tüntettük fel az egyes mérőállomásokon, míg a második az egészségtelen vagy veszélyes napok arányát az összes megfigyelésben. A kettő között van statisztikai összefüggés, a korreláció értéke -0,67, vagyis a két adatsor között közepesen erős, fordítottan arányos összefüggés van (minél magasabb az elfogadható napok aránya, annál alacsonyabb az egészségtelen és veszélyes napok aránya, illetve fordítva).

⁶ <https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegessegugyi-laboratoriumi-foosztaly/terkep-es-informaciok/levegohigienes-index/694-a-levegohigienes-index-ismertetese>

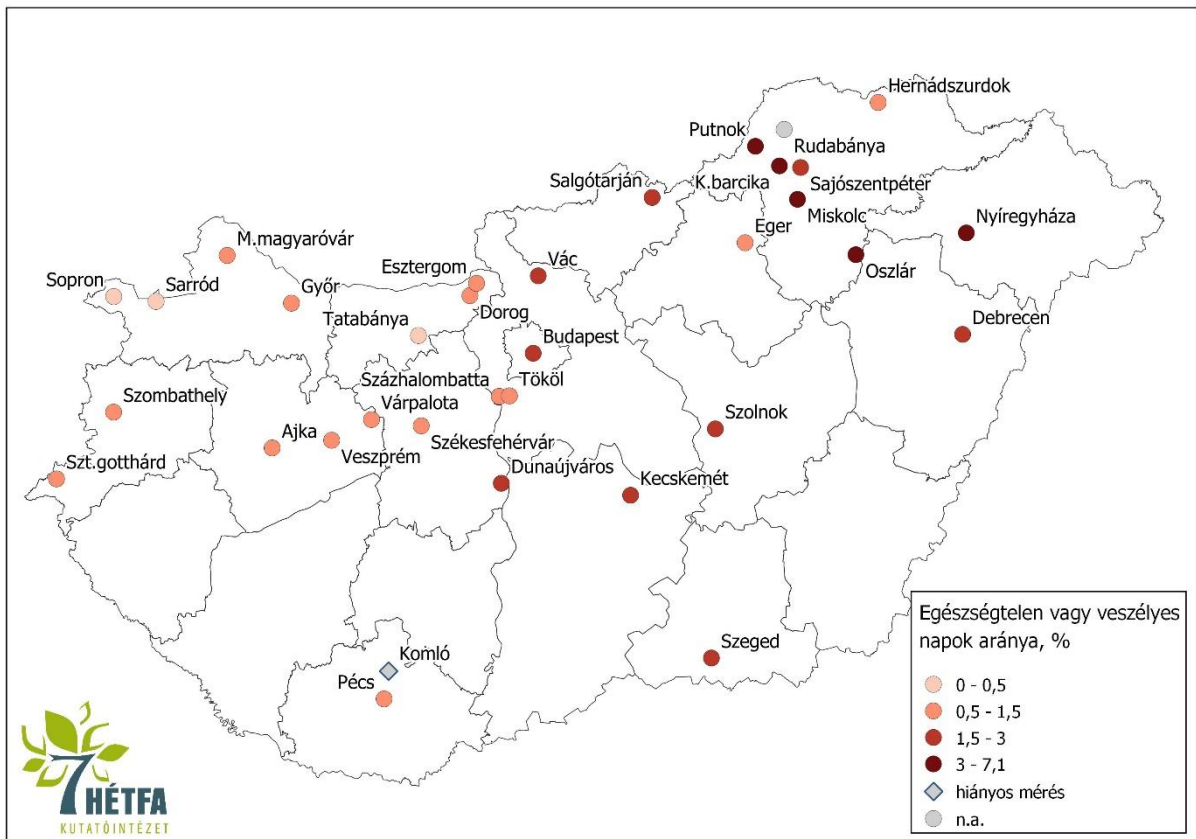
1. ábra Elfogadható LHI-értékű napok aránya az összes megfigyelésből, 2015-2019



Forrás: NNK adatai alapján Hétfa szerkesztés

Azok a városok, ahol a kifogástalan napok aránya a 2015 és 2019 közötti összes megfigyelést figyelembe véve 90% fölötti volt (Dorog, Esztergom, Győr, Sopron, Szeged, Székesfehérvár, Tatabánya és Várpalota), Szeged kivételével mindannyian a Dunántúlon található. A kifogástalan napok aránya Budapesten volt a legalacsonyabb (74,7%), ami azt jelenti, hogy a fővárosban a napok több mint egyenegyedében volt probléma a levegő minőségével. A második legrosszabb levegőjű városnak a Borsod megyei Putnok számít (76% a kifogástalan napok aránya), ezen kívül még Kecskeméten (Bács-Kiskun megye), Mosonmagyaróváron (Győr-Moson-Sopron megye) és Ószlár (Borsod-Abaúj-Zemplén megye) volt 80% alatti a kifogástalan napok aránya. A szakértői interjúk rávilágítottak arra, hogy a főváros és a keleti országrészekben a levegőminőséggel kapcsolatos problémák más fő okokra vezethetők vissza. A fővárosban elsősorban a közlekedés és a háztartások nem hatékony energiafelhasználása tekinthető a probléma fő forrásának, addig az ország szegényebb régióiban az energiaszegénység, a szilárd tüzelőanyaggal (vizes tüzfával, szénrel és lignittel, illetve sok esetben a legkülönbözőbb fajtájú hulladékokkal történő) fűtés országos átlagnál gyakoribb elterjedtsége jelenti a legnagyobb problémát. Ezen régiók mellett általában nehézipari létesítményekkel is rendelkeznek, emellett a környező országokból is importálnak légszennyező anyagokat, domborzatuk pedig sok esetben gátja a levegő megtisztulásának.

2. ábra: Egészségtelen vagy veszélyes LHI-értékű napok aránya az összes megfigyelésből, 2015-2019



Forrás: NNK adatai alapján Hétfa szerkesztés

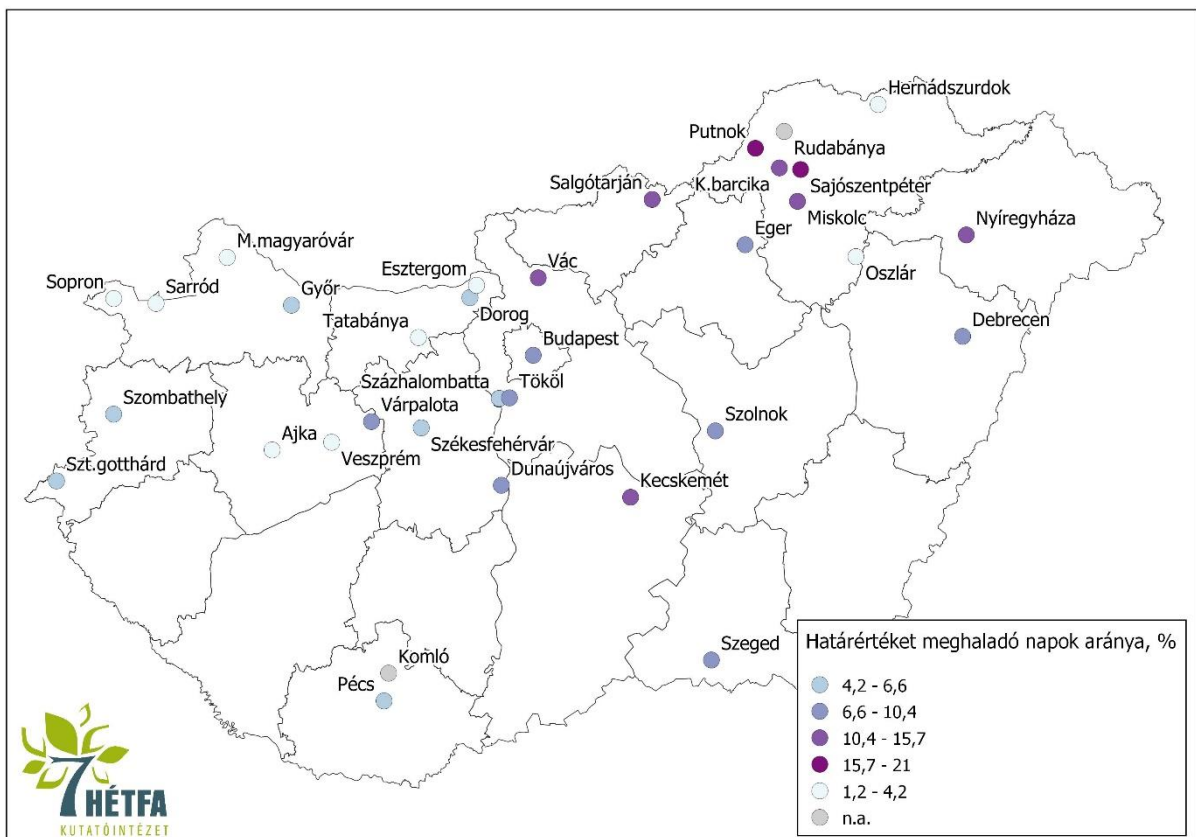
Kiugróan magas volt az egészségtelen, illetve veszélyes LHI minősítésű napok aránya Oszláron és Putnokon, előbbi településen az összes megfigyelés 6,2-, utóbbi esetében 7%-ában volt komoly probléma a levegő minőségével. Ezt a két település két további borsodi település, Miskolc (4,1%), illetve Kazincbarcika (3,5%) követi. A legrosszabb levegőjű nem borsodi városnak Nyíregyháza (3,6%), számít, ennél valamivel jobb a helyzet Debrecenben és Kecskeméten, ahol a megfigyelések 2,3%-ában volt kifogásolható, vagy egészségtelen a levegő minősége. A fővárosban az arány 2,1% volt, vagyis amíg az országban Budapesten a legalacsonyabb a kifogástalan értékű napok aránya, a komoly egészségügyi kockázatot jelentő napok arányát tekintve jobb helyzetben van, mint más települések.

2.5.1.2. PM10

A PM10 24 órás egészségügyi határértéke Magyarországon 50 mikrogramm/m³, ami megegyezik a WHO által megszabott értékkel.

Az OLM jelenleg a PM10-re gyűjt széleskörűen adatokat, ezért ennek a légszennyezőnek a koncentrációját vizsgáltuk alaposan. A PM10 szennyezésében hasonló területi mintákat találunk, mint az LHI-indexek esetében, vagyis az egészségügyi határértéket meghaladó napok száma az ország északkeleti részén a legmagasabb, Putnokon és Sajószentpéteren a 2015 és 2019 közötti időszakban körülbelül minden ötödik napon meghaladta a határértéket a PM10 koncentráció, ami az LHI-indexek ismertetésénél már említett okokra vezethető vissza. 10% fölötti volt a határértéket meghaladó napok száma ezen kívül még a közeli Miskolcon (15,7%) és Kazincbarcikán (14%), Vácott (13,6%), illetve Nyíregyházán (11,6%). A főváros 12 mérőállomásának adatait összesítve Budapesten a 2015-2019 közötti időszakban a napok 10,2%-ában volt határérték feletti a PM10 koncentráció. **A határérték túllépések abszolút és relatív (más szennyezőanyagokhoz viszonyított) magas aránya megmagyarázza, hogy miért a szállópor szennyezésből származó kárköltések teszik ki a légszennyezettséghez kapcsolódó kiadások legjelentősebb részét.**

3. ábra: PM10 egészségügyi határértékét meghaladó napok aránya az egyes mérőállomásokon, 2015-2019



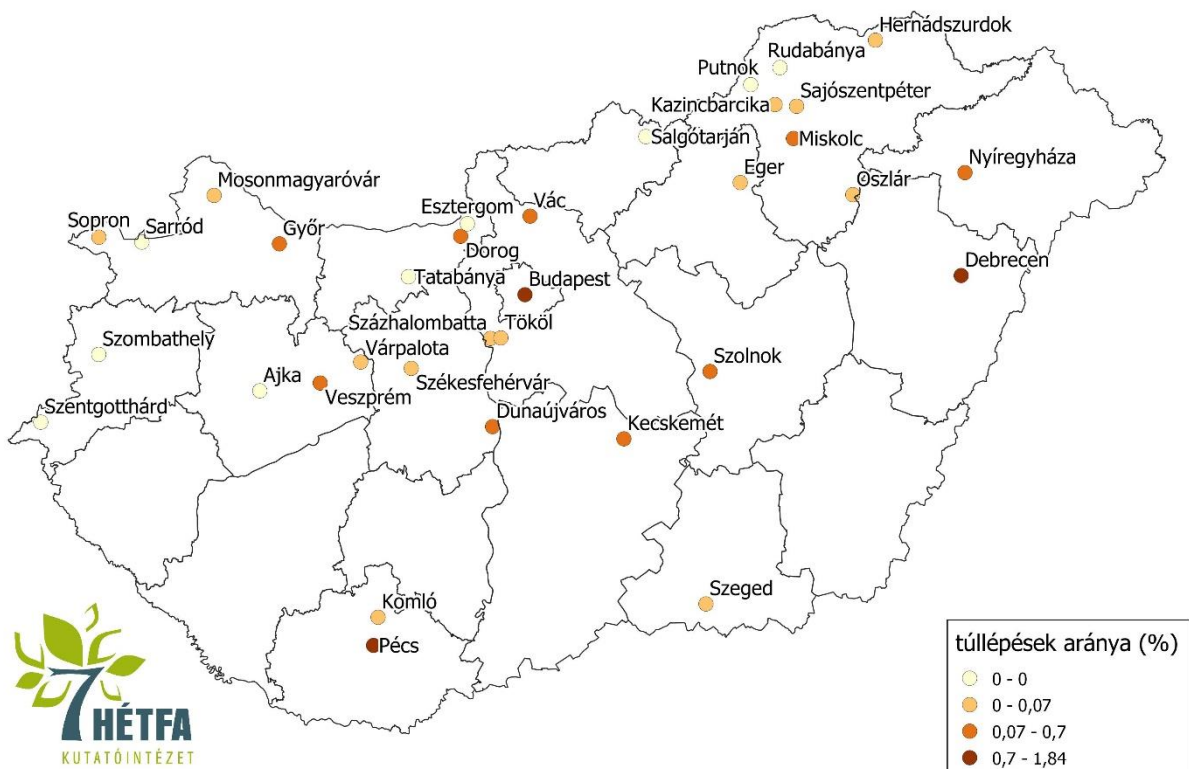
Forrás: OLM adatai alapján Hétfa szerkesztés

2.5.1.3. Nitrogén-dioxid

Az OLM a nitrogén-oxidok közül jelenleg a nitrogén-dioxidra gyűjt széleskörűen adatokat, ezért ennek a koncentrációját vizsgáltuk meg alaposabban.

Nitrogén-dioxid szennyezettség tekintetében Budapest van a legrosszabb helyzetben, itt az óras megfigyelések 1,84%-ában jeleztek határérték túllépést. 1% fölötti értékkel a fővároson kívül még Pécs rendelkezik (1,29%), Debrecen esetében pedig közel 1% (0,96%) volt a túllépések aránya. A PM10 szennyezettség tekintetében sereghajtó kisebb borsodi településeken a nitrogén-dioxid szennyezettség mértéke elhanyagolható, ami annak tudható be, hogy **a nitrogén-dioxidok fő kibocsátója a(z autós) közlekedés, vagyis elsősorban városi problémának számít.**

4. ábra: A levegő nitrogén-dioxid szennyezettsége az óras határérték-túllépések aránya alapján, 2015-2019



Forrás: OLM adatai alapján Hétfa szerkesztés

2.5.1.4. Talajközeli ózon

Ózon esetében az egészségügyi határértéket az úgynevezett napi 8 óras mozgó átlagkoncentrációk maximumára határozták meg, ami azt jelenti, hogy meg kell keresni egy napon belül azt a 8 óras időszakot, amikor az óras átlagok összege maximális. A határérték 120 mikrogramm/m³.

2.5.1.1. Kén-dioxid

Magyarországon a rendszerváltás megelőző években a kén-dioxid szennyezés komoly problémát jelentett, ám a vezetékes gáz elterjedése, illetve az iparban történt szerkezetváltás hatására jelentősen javult a helyzet és lényegesen csökkentek a mért koncentrációk. A kén-dioxid ugyanakkor az emberi egészségre ártalmas szintnél alacsonyabb koncentráció esetén is károsíthatja a környezetet.

A 2015-2019 közötti időszak automata mérőállomásainak adatait vizsgálva a kén-dioxid határérték túllépések aránya a megfigyeléseken belül egy esetben sem haladta meg az 1%-ot, ezért azt az adatsort térképen nem ábrázoltuk.

2.5.2. Hazai stratégiai dokumentumok

2.5.2.1. Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia

A legfontosabb hazai, a kibocsátás csökkentésével, illetve a klímaváltozáshoz való alkalmazkodással foglalkozó stratégiai dokumentum a 2018-ban készült második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS-2), amely a 2018-2030-as időszakra vonatkozik elsősorban, de kitekintést nyújt a 2050-ig tartó időszakra is.

A NÉS-2 célkitűzése kettős: az adaptációval (az elkerülhetetlen változásokra való felkészülés és alkalmazkodás) és a mitigációval (káros anyagok kibocsátásának csökkentése) kapcsolatos intézkedéseket is tartalmaz, ezeket pedig 2 vízióban, az adaptációs és a dekarbonizációs jövőképben foglalja össze.

A dekarbonizációs jövőkép szerint *„Magyarország a gazdasági fejlődés, a társadalmi jólét megteremtése, a szegénység elleni küzdelem és az éghajlatvédelem szempontjait egyaránt figyelembe véve, fokozatosan áttér az alacsony szén-dioxid kibocsátású gazdaságra”*. Az áttérés elsődleges hajtóereje a fenntartható fejlődés elérése, fosszilis tüzelőanyagoktól való függés mérséklése, az anyag és energiatakarékos technológiák térnyerése, illetve a megújuló energiaforrások elterjesztése.

Az adaptációs jövőkép abból indul ki, hogy Magyarország az éghajlatváltozás hatásainak szempontjából az egyik legsérülékenyebb ország, az alkalmazkodás a vízgazdálkodás, a mezőgazdasági termékbiztonság, az ország természeti értékeinek és az emberek egészségének megóvása révén valósítható meg.

Bár a klímaváltozás és a légszennyezés egymással szorosan összefüggő témák, elemzésünk témájából kifolyólag, ehelyütt csak a NÉS-2 levegőtisztaságot érintő részeit mutatjuk be részletesebben.

A stratégia háromszintű, hierarchikus célrendszeren alapul. Két átfogó célt tartalmaz: „Fenntartható fejlődés egy változó világban”, ami a természeti értékek és az emberi egészség védelmét, az erőforrások hatékony használatát foglalja magában, illetve „Adottságaink, lehetőségeink, korlátaink megismerése”, amely egy döntéshozatal-támogató monitoring rendszer kiépítését, illetve az elemző-értékelő és K+F+I tevékenységek támogatását tartalmazza.

A következő szinten 4 darab specifikus célkitűzés található:

1. Dekarbonizáció: alacsony szén-dioxid kibocsátású gazdaságra való áttérés, az ÜHG-k csökkentése, a természetes erőforrások szerepének növelése;
2. Éghajlati sérülékenységi területi vizsgálatának térinformatikai megalapozása;

3. Alkalmazkodás és felkészülés: klíma-, energia-, élelmezés- és vízbiztonság témaköre;
4. Éghajlati partnerség biztosítása: társadalmi-gazdasági konszenzus kialakítása a magyar klímapolitika körül

A specifikus célkitűzések alatt a stratégia hierarchikus célrendszerében a beavatkozási területek következnek. A NÉS-2 három alprogramot, a Hazai Dekarbonizációs Útitervet (HDÚ), a Nemzeti Alkalmazkodási Stratégiát (NAS) és a Partnerség az Éghajlatért Szemléletformálási Tervet épít be.

A HDÚ az ÜHG kibocsátással kapcsolatos célokat, prioritásait és cselekvési irányait tartalmazza. Olyan megoldásokat keres, amelyek a kibocsátás csökkentését a foglalkoztatás növelésével párhuzamosan valósítják meg. Két különböző, elméleti kibocsátás-csökkentési potenciált jelöl meg, egy lehetséges minimum (a legalacsonyabb kibocsátást eredményező) pályát, illetve egy maximum (legmagasabb kibocsátást eredményező) pályát.

2016-os adatok alapján Magyarország 44%-kal alacsonyabb ÜHG kibocsátással rendelkezik, mint az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményébe foglalt bázisévben (1985-1987 átlaga), és 34%-kal alacsonyabb az ÜHG kibocsátása, mint 1990-ben. Ezek alapján, 1990-hez képest 2030-ra a maximum pálya alapján 29%-os, minimum forgatókönyv alapján 64%-os csökkenés várható, míg 2050-re 34-, illetve 85%-os. Az EU Referencia Forgatókönyve alapján a magyarországi dekarbonizációnak 2050-re 52 és 85% közé kell esnie 1990-hez képest 2050-re.

A HDÚ az épületszektor és hulladékgazdálkodás kibocsátásának csökkenésével számol pénzügyi és szemléletformálási ösztönzők révén. Megállapítása szerint a közlekedési szektor kibocsátása jelenleg emelkedik, de az elektromos megoldások elterjedése révén csökkenni fog, és az iparnál, illetve a mezőgazdaságnál nagyobb mértékben fog hozzájárulni a dekarbonizációs célok eléréséhez.

A villamos energia termelés kapcsán úgy számol, hogy a paksi erőmű kapacitásfenntartása, illetve bővítése a kibocsátás csökkenését eredményezi, a magyar háztartások száma pedig csökkenni fog 2050-re a demográfiai folyamatok következtében, így az energiahatékonyság növelése jár a legjelentősebb dekarbonizációs potenciállal.

A HDÚ 7 beavatkozási területet nevesít, ezek a következők:

- Fosszilis energiahordozók kiváltásának elősegítése: a Nemzeti Energiastratégia atom-szén-zöld forgatókönyvének végrehajtása, az Európa2020 Stratégia keretében vállalt 14,65%-os megújuló energia részarány elérése
- Energiahatékonyság növelése és energiatakarékosság előmozdítása: épületenergetika, közlekedés, mezőgazdaság és ipar egyes ágazati területén, a hazai erőműpark fejlesztése révén (az Európa 2020 Stratégiában hazánk 20%-os javulást vállalt)
- Természeti erőforrások igénybevétele mérséklése: technológiák, szolgáltatások és fogyasztói szokások megváltoztatása
- Dekarbonizáció zöldgazdaság-fejlesztési eszközként való megjelenítése: dekarbonizációs törekvések, innovációs és kisvállalkozásokra vonatkozó fejlesztési politikák összehangolása

- Szénzivárgás jelenségének vizsgálata és kezelése
- Szén-dioxid természetes nyelőkapacitásainak növelése: erdők, faanyag révén, fatermékek elterjedtebb használata, geológiai közegben történő megkötés technológiai lehetőségének vizsgálata
- Kutatások, fejlesztések, innovációk, demonstrációs projektek támogatása: anyag- és energiatakarékos technológiák, megújuló energiahordozók elterjesztése, biomassza megújuló ipari nyersanyagként való hasznosításának növelése, környezetbarát közlekedési és agrotechnikák

A NÉS-2 végrehajtásának érdekében háromévente Éghajlatváltozási Cselekvési Terv (ÉCsT) készül, amelyek tartalmáról kormányhatározat dönt. ÉCsT-ből 2029-ig 4 darab készül, középtávon a NÉS-2 átfogó és specifikus céljainak kell teljesülniük, 2050-ig pedig a hosszútávú célkitűzések valósulnak meg a kormányzat szándékai szerint. A végrehajtás fő felelőse az Innovációs és Technológiai Minisztérium, valamint szakmai közreműködőként a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat.

2.5.2.2. I.Éghajlatváltozási Cselekvési Terv

Az első, jelenleg is tartó időszakra vonatkozó ÉCsT a 2020 év végéig végrehajtandó intézkedéseket tartalmazza. Kidolgozása párhuzamosan zajlott a Nemzeti Energia- és Klímaterv kidolgozásával és a Nemzeti Energiastratégia megújításával, ezek jelölték ki az ÉCsT mitigációs irányait, annak ÜHG kibocsátás csökkentésével kapcsolatos feladatai ezen dokumentumok, valamint a Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia alapelveivel vannak összhangban.

Az ÉCsT a NÉS-2 felépítését követi, a megvalósuló beruházásokat és beavatkozási eszközöket a mitigáció, illetve az alkalmazkodás és szemléletformálás területein azonosítja.

Az I. ÉCsT időszaka alatt a mitigációs alprogram keretében a zöld közlekedés, a vállalati energiahatékonyság, a megújuló energiahasználat és az erdőterületek kapcsán valósulnak meg beruházások a tervek szerint.

A közlekedés kibocsátása emelkedik a közlekedési igények változásával, a kormányzat szándékai szerint viszont elektrifikáció révén hosszú távon csökkenthető az emisszió. Az ÉCsT része a helyi autóbuszos közlekedés fejlesztését célzó Zöld Busz Program végrehajtása (elektromos buszok beszerzése, elterjesztése és az ehhez szükséges töltőhálózat kiépítése, felgyorsítása), amelynek keretében 35,9 milliárd forint áll rendelkezésre a következő 10 évben környezetbarát buszok beszerzésére a 25 ezer főnél nagyobb településeken.

Iránymutatások és útmutatók készülnek az energiahatékonysági célú beruházásokhoz kapcsolódó adókedvezmények rendszeréhez, tájékoztató kampány és képzés indul kis- és középvállalkozások számára az önkéntes energia audit jelentőségéről, előnyeiről.

A megújuló energiahasználat növelése a fosszilis tüzelőanyagok kiváltásával párhuzamosan végezhető el. A kormány célja a megújuló energia használatának ösztönzése, a létező ellátórendszerek megújuló alapra való átállítása, építkezéseknél, épületfelújításoknál a fosszilis anyagok kiváltása. Az I. ÉCsT szintén megfogalmazza az EED irányelv szerinti hatékony, megújuló alapú, megfizethető, környezetbarát, magas

ellátásbiztonsági szintet garantáló távhőtermelési szakpolitikai program és decentralizált megújuló energiatermelés lehetőségeit vizsgáló háttéranyag kidolgozását is.

Az erdők kapcsán azok területének bővítését, illetve állapotuk nyomon követését biztosító monitoring rendszer létrehozása szerepel a beruházások között.

Az ÉCST-ben szereplő, mitigációs szempontú intézkedések összesen 7 intézkedéscsoportba sorolhatók:

- Energetika (villamos- és hőenergiatermelés) intézkedéscsoport
- Energiahatékonyság intézkedéscsoport
- Hulladékgazdálkodási intézkedéscsoport
- Mezőgazdaság intézkedéscsoport
- Ipar intézkedéscsoport
- Közlekedés intézkedéscsoport
- Erdők szénforgalmának befolyásolása intézkedéscsoport

2.5.3. A beavatkozások pénzügyi háttere

A klímaváltozás kezelésére, illetve a levegőminőség javítására nemzeti és európai uniós források is rendelkezésre állnak, ezek rendszerét, illetve összegét a Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiában (NÉS-2, 2018), illetve az Állami Számvevőszék 2019-es elemzésében (ÁSZ, 2019) szereplő adatok alapján ismertetjük.

A nemzetközi kvótaértékesítésből származó bevételek a kormányzat szándéka szerint az energiahatékonysági és épületenergetikai beruházások ösztönzésére szolgálnak, míg az európai uniós költségvetésből a magyarországi operatív programokon keresztül juthat forrás az energiahatékonysági és megújuló energetikai fejlesztésekre.

2.5.3.1. Európai uniós források

A 2007-2013-as időszakban még nem volt horizontális szempont az éghajlatváltozás hatásainak megelőzése, a 2014-2020-as időszakban már kiemelt figyelmet kap, az Európai Struktúrális és Beruházási Alapok legalább 20%-át kell erre a célra fordítani. A magyar operatív programokban mitigációs és adaptációs források a Környezetvédelmi és Energiahatékonysági Operatív Programban (KEHOP), a Terület- és Településfejlesztési Operatív Programban (TOP), a Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Programban (GINOP), a Versenyképes Közép-Magyarország Operatív Programban (VEKOP), az Integrált Közlekedésfejlesztési Operatív Programban (IKOP), és a Vidékfejlesztési Programban (VP) vannak elkülönítve.

A megújuló energiatermeléssel összefüggő támogatások összege a 2014-2020-as időszakban 262,5 milliárd forint, ilyen célú támogatások a KEHOP mellett a GINOP és a TOP-ok 2-2 tengelyén is megtalálhatók, valamint a VEKOP-ban is. Ezek legnagyobb része biomassza alapú energiával kapcsolatos (109 milliárd Ft), napenergiára 76,1 milliárd Ft jut, egyéb megújuló energiára pedig 77,4 milliárd Ft.

A hazai épületállomány energetikai megújítására 2014 és 2020 között 147,5 milliárd Ft uniós forrás jut, továbbá 200 milliárd Ft a közcélú vállalkozások, illetve KKV-k energiahatékonysági projektjeinek támogatására.

A közúthálózat fenntartását szintén az állam végzi, közlekedésfejlesztésre 2014-2020 között 362,7 milliárd Ft áll rendelkezésre, a támogatott területek közé tartozik a vasút, a vasút tárgyi eszközei, az intelligens közlekedési megoldások, a kerékpárút és a gyalogút.

A VP-ben éghajlatváltozással kapcsolatos célkitűzésekre 523,3 milliárd Ft került elkülönítésre.

A jelenlegi költségvetési ciklusban hulladékkezelésre és hasznosításra összesen 424,8 Mrd Ft került kifizetésre 2019 februárjáig.

3. táblázat: Mitigációs intézkedések megjelenése a 2014-2020-as időszak operatív programjaiban

Operatív Program	Prioritás-tengely	Intézkedés(ek)
KEHOP	Települési vízellátás, szennyvíz-elvezetés és –tisztítás, szennyvízkezelés fejlesztése	<ul style="list-style-type: none"> • Szennyvíziszap optimális hasznosítása érdekében szükséges beruházások, fejlesztések energiahatékonysági elemekkel
	Energiahatékonyság növelése, megújuló energiaforrások alkalmazása	<ul style="list-style-type: none"> • Hálózatra termelő, nem épülethez kötött megújuló energiaforrás alapú zöldáram-termelés elősegítése • Épületek energiahatékonysági korszerűsítése megújuló energiaforrások alkalmazásának kombinálásával • Távhő- és hőellátó rendszerek energetikai fejlesztése, illetve megújuló alapra helyezése;
GINOP	Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Vállalkozások energiahatékonyság növelését és megújuló energia felhasználását célzó fejlesztéseinek támogatása
	Pénzügyi eszközök	<ul style="list-style-type: none"> • Megújuló energia és energiahatékonyság támogatása
TOP	Alacsony CO2 kibocsátású gazdaságra való áttérés kiemelten városi területeken	<ul style="list-style-type: none"> • Fenntartható települési közlekedésfejlesztés • Önkormányzatok energiahatékonyságának és a megújuló energia-felhasználás arányának a növelése
	Fenntartható városfejlesztés a megyei jogú városokban	<ul style="list-style-type: none"> • Önkormányzatok energiahatékonyságának és a megújuló energiafelhasználás arányának növelése • Fenntartható városi közlekedésfejlesztés
VEKOP	Az energiahatékonyság, az intelligens energiahasználat és a megújuló energiák felhasználásának támogatása	<ul style="list-style-type: none"> • Vállalkozások energiahatékonyság-, valamint megújuló energia növelését célzó fejlesztéseinek támogatása • Energiahatékonyság és megújuló energia felhasználás növelését célzó projektek külső forrásbevonási lehetőségeinek javítása a Közép-magyarországi régióban • Fenntartható közlekedésfejlesztés

IKOP	Nemzetközi TEN-T közúti elérhetőség javítása	•Országhatárok elérésének javítása a magyarországi TEN-T úthálózaton
	Nemzetközi TEN-T vasúti és vízi elérhetőség javítása	•Hazai TEN-T vasútvonalakon az utazási idő csökkentése A dunai hajózás biztonságának javítása
	Fenntartható városi közlekedés fejlesztése és elővárosi vasúti elérhetőség javítása	•KMR városi-elővárosi közösségi közlekedési teljesítményének megőrzése •A vidéki városi-elővárosi közösségi közlekedési teljesítményének megőrzése

Forrás: NÉS-2, 23. Oldal

4. táblázat: Mitigációs célú beavatkozások megjelenése a Vidékfejlesztési Programban

Operatív Program	VP intézkedés	•VP művelet/alintézkedés
VP	Beruházások tárgyi eszközökbe	<ul style="list-style-type: none"> •Az energiafelhasználás hatékonyságának javítása a kertészeti ágazatokban •Kisméretű gabonatarolók és gabonaszárítók építése, energiahatékonyságuk fejlesztése •Az energiafelhasználás hatékonyságának javítása az állattenyésztési ágazatokban Erőforrás-hatékonyság elősegítése a feldolgozásban
	Az erdőterületek fejlesztésére és az erdők életképességének javítására irányuló beruházások	<ul style="list-style-type: none"> •Erdősítés támogatása •Erdei termelési potenciál mobilizálását szolgáló tevékenységek •Erdészeti technológiákra, valamint erdei termékek feldolgozására és piaci értékesítésére irányuló beruházások

Forrás: NÉS-2, 25. Oldal

További klímaváltozáshoz kapcsolódó források érhetők el az Európai Területi Együttműködés, a Duna Régió Stratégia, a Horizon2020, a LIFE, a NER3000 programokon, illetve a Norvég Alapon keresztül.

Az Európai Tanács 2020 augusztusi ülésén elfogadott nyilatkozat szerint⁸ a 2021-2027-es uniós költségvetési ciklusban az éghajlat-politikai intézkedéseket be kell építeni többéves pénzügyi keret (MFF) és a Next Generation EU (NGEU) által finanszírozott összes szakpolitikába és programba, vagyis a klímavédelem az előtünk álló 7 évben horizontális szempontként jelenik majd meg a fejlesztéspolitikában. Az MFF és az NGEU által teljesített összes kiadásra 30%-os átfogó éghajlatpolitikai cél vonatkozik majd, amelyet az

⁸ <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10-2020-INIT/hu/pdf>

ágazati jogszabályokban megfelelő célokban kell kifejezni. Ez utóbbi céloknak meg kell felelniük a 2050-re elérni kívánt klímasemlegesség követelményének és hozzá kell járulniuk az új, 2030-ig elérendő klímapolitikai célok teljesítéséhez, amelyek megállapítását a tagországok vezetői 2020 év végéig vállalták. Általános elvként kerülnek be továbbá a döntéshozatalba a Párizsi Megállapodás célkitűzései is.

2021-től az Európai Bizottság évente jelentést készít az éghajlatváltozással kapcsolatos kiadásokról, valamint a 2050-os klímacélok teljesítése érdekében létrejön a Méltányos Átállást Támogató Mechanizmus, valamint annak részeként a Méltányos Átállást Támogató Alap is. Az alap céljára elkülönített költségvetési juttatás a 21-27-es időszakra 7 500 millió euró. A Méltányos Átállást Támogató Alap igénybevételenek felső korlátja a nemzeti allokáció 50 %-a azon tagállamok esetében, amelyek még nem kötelezték el magukat azon célkitűzés elérése mellett, hogy az EU a Párizsi Megállapodásban kitűzött célokkal összhangban 2050-re klímasemleges legyen, a fennmaradó 50 % a kötelezettségvállalás elfogadásakor áll rendelkezésre.

2.5.3.2. Nemzeti források

A Kiotói Egyezmény következtében a csatlakozott államok között létrejött a nemzetközi kvótakereskedelem, az ÜHG kibocsátási jogának adás-vétele. Magyarország ebben jelentős többlettel rendelkezik, és 2008-ban a világon először értékesített ilyen kvótát, amelynek bevételei az úgynevezett Zöld Beruházási Rendszerben kerültek felhasználásra, klímavédelmi célokkal. A kvótabevételek 2014 óta megosztásra kerülnek, a bevételek fele a Gazdasági Zöldítési Rendszer keretében kerülnek felhasználásra. Magyarország 2008 és 2017 között a szén-dioxid kvóta értékesítésből származó bevételeiből összesen 92 milliárd Ft értékben nyújtott energia-megtakarítást eredményező beruházásokat.

3. Költség-haszon elemzés

A következő fejezetben megkíséreljük számszerűsíteni a levegőben lévő károsanyagok okozta nemzetgazdasági szintű károkat, illetve a mérséklésével elérhető potenciális hasznokat. Ezen két elem összekapcsolásával készülnek el a klasszikus költség-haszon elemzések (cost benefit analysis, CBA). Megfelelő adatok hiányában a továbbiakban csak a nemzetgazdasági szintű károkat tudjuk meghatározni, illetve az elérhető hasznokat körvonalazzuk, felvetve azokat a szempontokat, amelyeket egy jövőben készülő klasszikus CBA-nak érintenie kell.

3.1. Költségek azonosítása

A levegőben lévő anyagokat (például szállópor, NO_x stb) illetően konszenzus van abban, hogy az emberi egészségre károsak (Kampa és Castanas, 2008). Számos megközelítés létezik azzal kapcsolatban, hogy a negatív hatások az elemzés szempontjából élet mely területét érintik. A megközelítésekről alapos összefoglaló található Voorhees és szerzőtársainak 2001-es cikkében. Ők három hatást különböztetnek meg:

- Életre való hatás: jellemzően a várható élettartam, vagy az valamilyen szűkebb definícióját számszerűsítik;
- Termelékenységre való hatás: az egészségügyi hatások miatt a dolgozó közvetlen termelékenysége, illetve munkakiesésből eredő termelékenysége csökken;
- Életminőség érzetre való hatás (amenity): például a szagok vagy zaj által, az emberi jól létet csökkenti.

Mi a továbbiakban az életre, az emberi életévek értékére számítjuk ki a költségeket. Az erre vonatkozó számítások bevett módszernek számítanak a témában, mivel ez lehetőséget nyújt arra, hogy ne kelljen részletes egyéni szintű adatbázist összeállítani.

3.1.1.1. Az emberi élet értéke

Számításaink során abból indulunk ki, hogy **a rossz levegőminőség az emberi életre úgy fejt ki hatást, hogy a rossz levegőminőségnek jobban kitett emberek másokhoz képest hamarabb halnak meg, azaz nemzetgazdasági szinten értékes életéveket veszítünk el.** A továbbiakban ezt az értéket az emberi élet statisztikai értékének (value of statistical life, VSL) fogjuk nevezni.

Ahhoz, hogy az életévekhez értéket rendeljünk, az OECD (2012) tanulmány által lefektetett számítási alapot használjuk fel. A szervezet kiadványában az egyének fizetési hajlandóságát (willingnes to pay, WTP) térképezték fel azzal kapcsolatban, hogy mennyit lennének hajlandók fizetni azért, hogy egy bizonyos egységgel csökkenjen a légszennyezés miatti korai halálozás valószínűsége.

Formálisan a következő algebrai problémát elemezték:

$$EU(y, r) = (1 - r)U(y)$$

A fenti képletben az *EU* definiálja a tetszőleges egyéni hasznosságfüggvényt, amely egyrészt függ a fogyasztásból eredő hasznosságától, $U(y)$, és az adott periódusban való meghalás valószínűségétől, r -től. Az, hogy az egyénnek mennyit ér meg az, hogy csökkentse a halál valószínűségét, azaz mennyit lenne hajlandó fizetni érte, a *WTP* jelöli. Formálisan:

$$EU(y - WTP), r') = EU(y, r)$$

Ekkor a *VSL* a helyettesítési határértéke a két jószágnak, azaz a fogyasztásnak és a halálozási esélynek, azaz:

$$VSL = \delta WTP / \delta r$$

A tanulmányukban felhívják arra a figyelmet, hogy ez nem konkrétan az egyéni ember életének az értéke, hanem az egyéni kockázatcsökkentési értékek felaggregálása. Összesen 92 tanulmány 1 095 értékét szintetizáltak, ezek alapján határozták meg több országcsoportra vonatkozóan az alapértékeket, melyeket a következő táblázat tartalmaz.

5. táblázat: Az emberi élet statisztikai értéke (*VSL*) az egyes országcsoportokban

Országcsoport	Ajánlott <i>VSL</i> (millió, 2005-ös áron)
OECD	3,615 US\$
WHO európai régiója	2,487 €
EU-27	3,387 €
EU-28	3,371 €

Forrás: OECD

Ahhoz, hogy az országcsoportokhoz meghatározott értékekből országspecifikus értéket kapjunk, jelen tanulmány esetén Magyarországra vonatkozóan, a következő képletet használtuk fel, melyet például mind az OECD (2012)-ben, mind Markandya és szerzőtársai (2018)-ban felhasználtak.

$$VSL_{HU,2019} = VSL_{EU27,2005} * \left(\frac{Y_{HU,2005}}{Y_{EU27,2005}} \right)^b * (1 + \% \Delta Y)^b$$

Ebben a képletben a *VSL* a korábban bemutatott érték, Y az egy főre jutó GDP, b a jövedelemrugalmasság, $\% \Delta Y$ pedig a növekedési ráta. A b által jelölt jövedelemrugalmasság értékének az OECD ajánlása alapján 0,8-at határoztunk meg, azaz a jövedelem növekedésénél kisebb mértékben nő a *VSL*. A számítás alapján Magyarországra vonatkozóan 2,910 millió USD, átszámítva körülbelül 886 millió forint egy emberi élet statisztikai értéke. Ezt az értéket számos kritika érte, többek között az, hogy az ezen felüli morbiditási költségek nem jelennek benne, ezért Narain és Sall (2016) egy 10%-os korrekciót (*markup*) definiált több tanulmány szintetizálásával, mely megfeleltethető az addicionális morbiditási költségnek. Így az egyének önértékelésén alapuló összérték **Magyarországra vonatkozóan - a korrigálva kiszámított *VSL* - 3,2 millió dollár, azaz körülbelül 974,734 millió forint, tehát ennyi egy átlagos emberi élet értéke hazánkban.**

3.1.1.2. Levegőtisztaságból eredő kár

Ebben a fejezetben a számított VSL segítségével meghatározzuk, hogy évente mekkora nemzetgazdasági szintű kár éri Magyarországot az elvesztett életek miatt. A három károsanyagra számított életévcsökkenéshez a már korábban bemutatott, EU által számított értékeket használjuk fel. Ezt a KSH által publikált várható élettartammal elosztva (79,33) megbecsüljük **az évente elvesztett emberélet számát, mely összesen 1844,2 fő. Ezt felszorozva az élet értékével, megkapjuk, hogy egy évben mekkora a veszteség, mely összesen számításaink szerint 1 797 milliárd forint, azaz a 2019-es GDP⁹ körülbelül 3,8%-a.** A legnagyobb kárt a PM2.5 okozza, mely önmagában az összes GDP hatás közel 90%-át okozza, így az elemezhető három anyag közül ezt lehet a legérdemesebb csökkenteni, a relatív változások itt lehetnek a legnagyobbak.

6. táblázat: Az egyes légszennyezőanyagok által okozott nemzetgazdasági kár összege és GDP-hez viszonyított aránya

Károsanyag	Elvesztett életévek száma ^a	Elvesztett emberéletek száma ^b	VSL veszteség (millió HUF)	2019-es GDP arányában (%)
PM2,5	129 400	1631,16	1 589 948	3,40
NO2	13 100	165,13	160 960	0,34
O3	3 800	47,9	46 690	0,10
Összesen	13 5300	1844,2	1 797 598	3,84

a: (EEA, Air Quality in Europe - 2019 report, 2019) alapján

b: (EEA, Air Quality in Europe - 2019 report, 2019) alapján

Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy a számítási módoktól nagyban függ az, hogy milyen hatásokat kapunk. Számít mind a figyelembe vett károsanyagok (több károsanyag figyelembevétele nagyobb károkat eredményez), a légszennyezés okozta kár (életév vagy emberélet) számításának módja, illetve a VSL meghatározásának képlete is, ugyanis az általunk használaton túl léteznek egyéb változatok, megközelítési módok is.

A számítások során nem vesszük figyelembe az országon belüli területi különbségeket, a népsűrűségből, ipari szerkezetből, illetve az adott régió társadalmi-gazdasági helyzetéből adódóan ugyanis a költségeket tekintve jelentős heterogenitás van. Ezen területi aspektus vizsgálata a számításaink körén kívül esik.

⁹ A tanulmány készítésének időpontjában a 2019-es GDP-re vonatkozóan csak előzetes adatokkal rendelkezünk.

3.1.1.3. Várható élettartamra vonatkozó hatások

Más megközelítési módra példa lehet a várható élettartam és annak GDP-re való hatásának számszerűsítése. Egy közelmúltban a Chicagói Egyetem Energiapolitikai Intézete által publikált tanulmány¹⁰ az Air Quality Life Index megalkotása révén becsülte meg a légszennyezettség várható élettartamra való hatását. A modell szerint világszerte átlagosan közel két évvel csökkenti a várható élettartamot a légszennyezés. Az intézet interaktív térképének¹¹ elemzése szerint Magyarországon, a WHO ajánlása szerinti standard $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ elérése országosan átlagosan 0,4 évvel növeli a várható élettartamot, mely a szennyezettebb északi részeken akár 0,5 év is lehet.

Számos tanulmány foglalkozott a várható élettartam és a GDP kapcsolatának számszerűsítésével. Ezek jellemzően országon belüli panel adatbázisokon végeznek idősoros vizsgálatokat, legtöbbször valamilyen módozatát használva a vektor autoregresszív modelleknek (például Swift (2011) és Neofytidou és Fountas (2020)). Az eredmények szerint a várható élettartam 1%-os növekedése tanulmánytól és módszertantól függően 6-8%-kal növeli az egy főre jutó GDP-t.

A 0,4 éves várható élettartam növekedés a magyar várható élettartam (79,33 év) tekintetében 0,5%-os növekedésnek tekinthető, azaz, ha sikerülne elérni a WHO standardot, akkor az egy főre jutó GDP körülbelül 3-4%-kal magasabb lenne. A 2019-es évre vonatkozó nominális GDP és az államháztartási bevételek ezen belüli arányát adottnak véve a 4%-os (közel 2 milliárd forintnyi) GDP bővülés körülbelül 823 millió forintos bevételnövekedést eredményezne az államháztartásnak évente.

3.2. Legfőbb szennyezők és hatásuk Magyarországon

A következő alfejezetben néhány levegőtisztaság javítását célzó intézkedés költségvetési hatásait becsüljük meg. A hatások előzetes becslése során viszonyítási alapként tekintünk a projekt nélküli esetre, ehhez viszonyítjuk a tervezett fejlesztéssel járó tényezők pozitív, illetve negatív hatásait.

Jelen vizsgálat során projekt nélküli esetnek (business as usual) azt tekintjük, hogy a tervezett vagy célszerű fejlesztések közül semmi nem valósul meg, a különböző szektorok által kibocsátott káros anyag mennyisége nem csökken, a légzőszervi megbetegedések és az ezeknek tulajdonítható halálozások száma, az államháztartás ezekből fakadó egészségügyi kiadásai a jelenlegi szinten maradnak.

Továbbá nem valósulnak meg a jelenlegi állapot javítását célzó állami beavatkozások, mint például a megújuló energiaforrásokra történő átállás támogatása, a lignithasználat visszaszorítása, a zöldfelületek növelése, az épületek és lakások energiahatékonyságának növelése, a vasúti személyszállítás-, az elővárosi és városi közösségi közlekedés fejlesztése, vagy az elektromos buszok és autók vásárlásának támogatása.

¹⁰ https://aqli.epic.uchicago.edu/wp-content/uploads/2020/07/AQLI_2020_Report_FinalGlobal-1.pdf

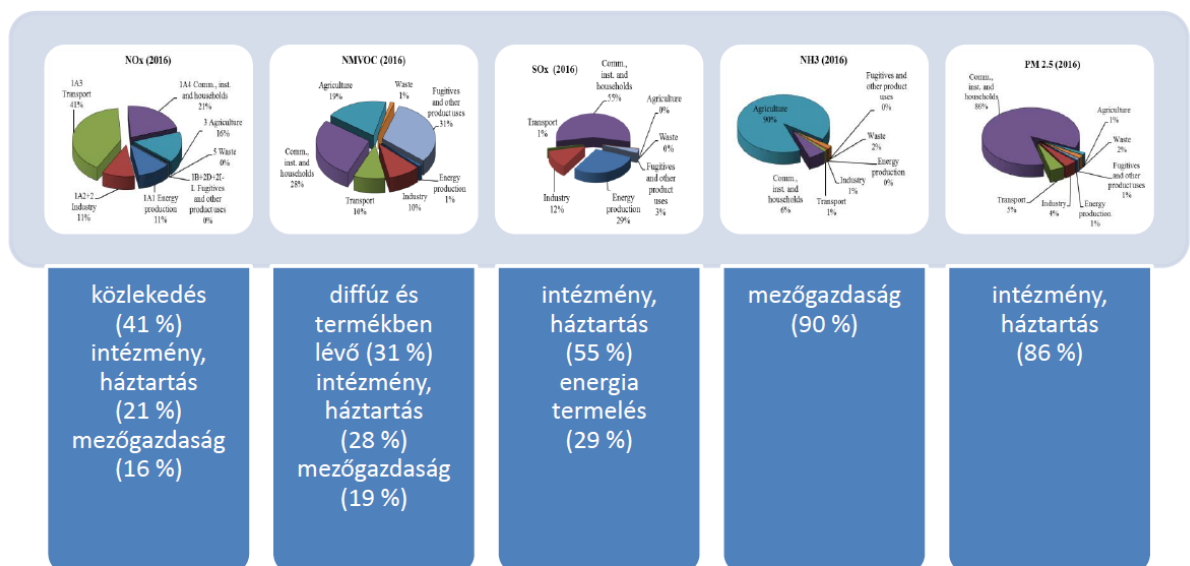
¹¹ <https://aqli.epic.uchicago.edu/the-index/>

Alábbiakban az elérhető adatok alapján a legfontosabb légszennyező anyagokra és a legfőbb kibocsátó szektorokra vonatkozóan ismertetjük a jelenlegi állapotokat, illetve a környezetre, levegőminőségre és emberi egészségre gyakorolt hatásukat.

3.2.1. Légszennyező anyagok és forrásaik

- Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) számításai szerint PM2.5-nek köszönhetően 12.100 korai halálozás lesz évente, a nitrogén-dioxid miatt 770, az ózon miatt 380 korai halálozás következik be évente. A PM2.5 miatt 130.000 életévet veszít el a lakosság, a nitrogén-dioxid miatt 8300-at, az ózon miatt pedig 4.200-at. Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Céljainak (SDG) indikátora szerint Magyarországon 100 ezer lakosra vetítve 83 ember hal meg a légszennyezés következtében.
- A légszennyező anyagok legfőbb forrásai általában könnyen beazonosíthatók, ezáltal a csökkentésüket célzó leghatékonyabb intézkedések is meghatározhatók. Az OMSZ adatai alapján a leginkább összetett problémának a nitrogén-oxidok tekinthetők, ezek kibocsátása a legkevésbé koncentrált, 41%-a tulajdonítható a közlekedésnek, 21% a háztartásoknak és 16% a mezőgazdaságnak. Az ammónia kibocsátás 90%-áért a mezőgazdaság felelős, és közel hasonló mértékben koncentrált a PM2.5 emissziós szerkezete, amelynek 86%-áért a háztartások a felelősek. A kormány PM10 programjában szereplő adatok szerint a PM10 kibocsátás 67%-a származik a háztartásoktól.

Emisszió-szerkezet



adatok: OMSZ

Forrás: OMSZ adatai alapján Agrárminisztérium

- Az Integrált Közlekedés-fejlesztési Operatív Program (IKOP) Stratégiai Környezeti Vizsgálata (SKV) megállapította, hogy a légszennyezőanyag-kibocsátás 2000 óta csökkenő mértékű, ez azonban nem járt a levegőminőség arányos javulásával.
- A PM2.5 emisszióra a lakosság dominanciája mellett jellemző a közlekedés hozzájárulásának csökkenése, 2005-ben a közúti közlekedés még a PM2.5 kibocsátás 10%-áért volt felelős, 2017-ben már csak 3% volt az aránya.
- A PM2.5 egészségügyi határértéket meghaladó koncentrációja miatt a kórházi betegfelvételek száma 400-500 esetszám körül alakult 2013-ban Budapesten, Miskolcon pedig 80-100 körül, míg a kiesett munkanapok aránya a PM2.5 szennyezés miatt a fővárosban 3% körül alakult, de Kazincbarcikán és Miskolcon a munkanapok 5-6%-a esett ki emiatt.¹²

7. táblázat: Egyes légszennyező anyagok kibocsátásának alakulása és megoszlása a nemzetgazdaság, illetve a háztartások között (tonna)

		2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nitrogén-oxidok	Nemzetgazdaság összesen	145 540,2	132 635,4	125 693,2	116 857,4	118 684,3	118 055,4	119 912,8	107 010,4	106 271,9
	Háztartások	34 243,4	33 025,9	30 449,8	30 010,3	28 369,6	28 513,6	28 574,3	28 383,5	28 409,6
	Összesen	179 783,6	165 661,3	156 143,0	146 867,7	147 053,8	146 569,0	148 487,1	135 393,9	134 681,5
PM10	Nemzetgazdaság összesen	36 816,1	27 918,0	24 338,3	19 419,6	23 482,3	28 614,8	26 979,5	25 387,4	25 502,1
	Háztartások	28 507,6	44 224,0	50 281,1	53 850,0	54 465,3	44 415,0	46 909,4	45 193,4	43 126,7
	Összesen	65 323,7	72 142,0	74 619,3	73 269,6	77 947,6	73 029,8	73 888,9	70 580,8	68 628,8
PM2.5	Nemzetgazdaság összesen	9 464,1	7 229,8	6 761,4	5 790,1	6 150,5	6 975,8	6 737,6	6 389,3	6 261,6
	Háztartások	27 249,2	42 612,4	48 520,5	52 011,3	52 630,8	42 758,1	45 143,3	43 460,3	41 423,7
	Összesen	36 713,3	49 842,2	55 281,9	57 801,4	58 781,3	49 733,9	51 880,9	49 849,6	47 685,3

Forrás: KSH STADAT

3.2.2. Lakossági légszennyezés: energiahatékonyság és épületállomány

- Magyarországon a megújuló energia aránya az ország energiamixében 11,7%, ebből a napenergiáé 0,1%. Az ország energiainport függősége 56%.
- Magyarország ÜHG kibocsátása 2017-ben 64,4 millió tCO₂ volt, ennek 77%-a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származik.

¹²http://www.hermanottointezet.hu/sites/default/files/5.%20Dr%20Szigeti%20Tam%C3%A1s_HungAlRy.pdf

- A háztartások energiafogyasztása fokozatosan nő, a primer energiafelhasználás 40%-át az épületek teszik ki, amelyből a lakóépületek részesedése 60%. Okos villamosenergia fogyasztásmérővel jelenleg 90 ezer háztartás rendelkezik, a többi háztartásban a fogyasztók nem rendelkeznek ilyen eszközzel, nem kapnak információt fogyasztásuk pontos alakulásáról. Az okos fogyasztásmérők telepítésének elmaradása esetén a háztartások energiatudatossága és az ország energiafüggettsége a jelenlegi szinten marad.
- A lakosság PM kibocsátása 2008 és 2013 között folyamatosan nőtt, ennek oka pedig a lakossági tüzelőanyag használat változása, a gáz árának emelkedése miatt sokan tértek át az olcsóbb, szilárd tüzelőanyagok használatára. A gáz árában 2012 és 2017 között bekövetkezett csökkenés a földgázzal történő fűtés újbóli növekedését és a szilárd tüzelőanyagok visszaszorulását eredményezte.

3.2.3. Közlekedés

- A közlekedés az összes ÜHG kibocsátás 20%-áért felelős, ennek 98%-ért a közúti közlekedés. Beavatkozás nélkül a közlekedési szektor ÜHG kibocsátása a jelenlegi 13143 kt CO₂eq szinten marad (a 2030-as cél 12485 kt CO₂eq). Az I. ÉCst helyzetértékelése szerint beavatkozás nélkül a szektor kibocsátása további 6 millió tonna CO₂ egyenértékkel növekszik 2030-ig.
- A CE Delf adatai alapján Magyarországon a szállítási-közlekedési ágazatból eredő két legjelentősebb légszennyező anyag, a PM_{2.5} és a nitrogén-oxidok által okozott károk költségei elmaradnak az EU28, illetve Ausztria és Németország átlagától, a kelet-európai országokhoz képest ugyanakkor magasabbak a költségek. Egy kilogram, nagyvárosi forgalom révén a légkörbe kerülő PM_{2.5} Magyarországon 317 euró kárköltséget von maga után, amelynek 90-100 százaléka egészségügyi költségekkel kapcsolatos. Ez az érték EU28 átlagában 381 euró, a vizsgált országok között legmagasabb értéket felmutató Németországban 448, a másik végpontot képviselő Bulgáriában viszont csak 191 euró (2016-os adatok alapján).
- A benzines járművek által Magyarországon okozott légszennyezés kárköltsége a COPERT alapján 138 millió euró volt 2016-ban, ami más országokhoz képest nem tűnik magasnak. A dízelek esetében rosszabb a helyzet, a 847 millió eurós magyar kárköltséget lakosságszámhoz viszonyítva csak az osztrák (1853 millió euró), a német (10 437 millió euró), valamint a szlovén (317 millió euró) érték haladja meg.
- A COPERT alapján a személyautók összesen 276 millió euró kárköltséget vonhattak maguk után Magyarországon 2016-ban, amelynek zöme, 172 millió euró a dízelekhez kötődik, annak ellenére, hogy a magyar utakon több mint kétszer annyi benzines autó van, mint dízel. A TRUE lényegesebb magasabb költségekkel számol, a személyautók által okozott összes kárköltséget 508 millió euróra becsüli, és a benzines autók által okozott kárköltségeket valamivel nagyobbak számolja a dízelesekénél.
- A COPERT járműemisszió kalkulátora alapján a dízelek okozta szennyezés költségeinek nagy része (65%) a nitrogén-oxidoktól ered, a PM_{2.5} a kapcsolódó költségek 32%-áért felelős.

- A KSH adatai szerint a magyarországi személygépkocsi-állomány 2019-ben 3 812 013 volt, az állomány az utóbbi években évente 100-200 ezerrel növekedett. A személygépkocsik átlagos életkora 14,4 év volt 2019-ben, miközben 2011-ben még csak 11,9 év volt. Ez azt jelenti, hogy egy átlagos magyar személygépkocsi Euro 3-as környezetvédelmi besorolású, amelyek benzines típusainak CO kibocsátására vonatkozó határértéke 2,3g/km, dízelek esetében 0,66g/km, a kibocsátott részecskék méretét pedig 0,05 mikrométerben maximálták ezen típus esetében.
- A CE Delft adatai alapján a magyarországi személyautók 32%-a az Euro3-as, vagy annál rosszabb környezetvédelmi besorolású kategóriába tartozik.
- Az Eurostat 2016-os adatai szerint Magyarországon az Európai Unióban a személyautó állományon belül az egyik legmagasabb a benzines autók aránya (70%), a dízeleké valamivel kevesebb, mint 30%.
- A PM10 Program helyzetértékelése szerint 2010 és 2016 között 21-ről 29%-ra nőtt a dízeles autók aránya, ami mintegy 970 ezer darab dízeles autót jelent. Az egyéb hajtóanyaggal működő autók száma és aránya elhanyagolható volt a benzines és dízeles autókhoz képest, 2016-ban 41 ezer ilyen személygépjármű volt az országban, ami az összes személyautó 1,24%-a. Ezzel párhuzamosan növekszik a külföldi személygépkocsik aránya, 2016-ban 34% volt az első alkalommal nem Magyarországon forgalomba helyezett személygépkocsik aránya. A Magyarországon első alkalommal forgalomba helyezett személygépkocsik döntő többsége (80%) benzines, a külföldről behozott autók esetében azonban már fordított az arány, és 2016-ban több dízel használt autó volt forgalomban, mint benzines. A zöld rendszámmal rendelkező autók száma dinamikusan növekszik, 2016 januárjában számuk még csak 303 volt, 2017 decemberére viszont már 4298-ra növekedett.
- Autóbuszból 2019-ben 19 454 darab volt az országban, tehergépkocsiból pedig több mint félmillió, utóbbiak száma folyamatos növekvő trendet mutat, 2018 és 2019 között körülbelül 25 ezerrel növekedett meg a számuk.
- A magyarországi távolsági buszok, teherautók és kamionok esetében a COPERT és a TRUE módszertana is hasonló számokat eredményez. Hazánkban európai összehasonlításban kedvezőtlennek tűnik a helyzet a dízeles távolsági buszok esetében, amelyek kapcsolódó kárköltése 102 millió euró volt 2016-ban, ez a Magyarországnál jóval népesebb Lengyelországban abszolút mértékben számolva is kisebb volt (97 millió euró), hasonló népességszámú Bulgáriához képest pedig mintegy háromszoros volt a különbség.
- Az IKOP SKV-ban szereplő adatok szerint 2012-ben az utazások 27%-a történt közösségi közlekedéssel, 38%-ban személygépkocsival, és 17%-ban kerékpárral. Az autóbuszos és a vasúti közlekedés aránya a '90-es években még közel azonos volt, ez mára 60-40 arányban eltolódott az autóbusz javára, a helyközi személyszállításban pedig 78-22 az arány az autóbusz javára.
- Az OLP megállapítása szerint a közúti járműállomány korszerűsödéséből eredő kibocsátáscsökkenést ellensúlyozta a növekvő állomány, így a közlekedés szerepe nem csökkent a nitrogén-

oxidok kibocsátásában. Magyarországon az OLP adatai alapján a közlekedési szektoron belül a nehéz tehergépjárművek, a könnyű tehergépkocsik és a személyautók felelősek a nitrogén-oxid kibocsátás közel 95%-áért. Ebben nagy szerepet játszik a magyar gépjárműállomány szerkezete és összetétele, ti. az alacsony környezetvédelmi besorolású, illetve dízeles autók nagy aránya. Egy Euro3-as kategóriába tartozó dízeles személygépkocsi nitrogén-oxidra vonatkozó kibocsátási normája 0,5 g/km (Euro 1 és 2 besorolás esetén ilyen mérték nincs meghatározva), Euro 4-es esetén ennek már csak a fele, míg a legmagasabb, Euro 6-as környezetvédelmi besorolású személygépkocsi esetén már csak 0,08 g/km. Ami a részecskeszennyezést illeti, a magasabb környezetvédelmi besorolás ebben is számottevő különbséget jelent, ugyanis amíg egy Euro3-as dízel PM kibocsátása 0,05 g/km¹³, egy Euro 6-osé már csak 0,045 g/km. Vagyis a magyar személygépjármű állomány legnagyobb csoportját kitevő, 2005 előtt gyártott autók mintegy 84%-kal több nitrogén-oxidot, és mintegy 90%-kal több szállóport bocsátanak ki, mint a legkorszerűbb, 2014 szeptembere után gyártott autók.

- A COPERT (az Európai Unió járművek emissziójával kapcsolatos kalkulátora) adatainak köszönhetően részletes adatok állnak rendelkezésre a közúti szállítás-közlekedés okozta légszennyezés becsült kárköltésére vonatkozóan. Eszerint a dízeles személyautók által okozott kárköltés 172 millió euró volt 2016-ban, a benzinesek pedig 104 millió eurónyi kárt okoztak a költségvetésnek. A távolsági buszok is 100 millió euró fölötti kárt okoztak, míg a legnagyobb költségeket a dízeles kisteherautók, illetve a teherautók és kamionok okozták. (3. táblázat)

8. táblázat: A közúti szállítás-közlekedés okozta légszennyezés becsült kárköltésége 2016-ban a COPERT alapján (millió euró)

Személyautó		Városi busz		Távolsági busz	Motorkerékpár	Kisteherautó		Teherautó, kamion		Összesen	
benzin	dízel	dízel	dízel	dízel	benzin	benzin	dízel	dízel	benzin	dízel	együtt
104	172	34	102	21	13	238	301	138	847	984	

Forrás: CE Delft

- Az International Council on Clean Transportation (ICCT) 2017-es jelentése alapján a személyautók tízszer több nitrogén-dioxidot bocsátanak ki egy liter üzemanyag elégetésével, mint a buszok és a teherautók.

¹³ Ez a norma a kipufogóból történő kibocsátásra vonatkozik, vagyis nem tartalmazza az útközben felvert por mennyiségét, amelynek mennyisége az autó motorjának környezetvédelmi besorolásától független, inkább az autó tömegétől függ.

- A COPERT adatai alapján a városi buszok 32, a távolsági buszok pedig 102 millió eurónyi kárköltiséget okoztak Magyarországon 2016-ban.¹⁴

9. táblázat: Légszennyező anyagok és kibocsátásuk fő eredete

Légszennyező anyag	Legfőbb kibocsátó/beavatkozási terület
Kisméretű részecske (PM2.5 és PM10)	<ul style="list-style-type: none"> • elavult, szilárd tüzelésű fűtőberendezések • alacsony környezetvédelmi besorolású dízelautók és autóbuszok
Nitrogén-oxidok	<ul style="list-style-type: none"> • alacsony környezetvédelmi besorolású dízelautók és autóbuszok
Kén-dioxid	<ul style="list-style-type: none"> • Ipari létesítmények: Fosszilis erőművek, kohók
Talajközei ózon	<ul style="list-style-type: none"> • személygépjárművek

3.3.A beavatkozások hatásának értékelése

A következőkben olyan, kormányzati stratégiákban, vagy más országokban már megvalósult intézkedések pénzügyi hatásait becsüljük meg a rendelkezésünkre álló adatok és tapasztalatok alapján, amelyek a levegőminőség javítását célozzák. Az adatok tanulmányozása és a szakértői interjúk eredményei alapján megállapítható, hogy a levegőminőség javítása szempontjából két legfontosabb kulcsterületet a lakások energiafelhasználása és a közlekedés jelentik, így az általunk vizsgált intézkedések is ezen területekhez kapcsolódnak.

A kormányzat által az OLP-ben megfogalmazott szakpolitikai prioritások a következők:

¹⁴ <http://nrgreport.com/cikk/2019/01/21/elkepesztoen-sokba-kerulnek-a-dizelek-magyarorszagnak-horribilis-szamok-lattak-napvilagot>

- A lakosság által okozott légszennyezőanyagok kibocsátásának csökkentése
- Környezettudatos várostervezés
- A közlekedési kibocsátások csökkentése
- A mezőgazdaságból származó kibocsátások csökkentése
- Az ipari kibocsátások csökkentése

Minden intézkedésre vonatkozóan fontos kitétel, hogy Magyarország ellen a PM10, illetve a nitrogén-dioxid egészségügyi határértékeinek túllépése miatt kötelezettségszegési eljárások zajlanak, amelynek várható összegével kapcsolatban az Agrárminisztérium által közölt adatok nyújthatnak segítséget, a pontos pénzügyi kockázatot ugyanis nehéz meghatározni. Az eljárás végén a Bíróság átalányösszeg vagy kényszerítő bírság befizetésére kötelezheti a tagállamot. Előbbi a tagállam az ítélet kézbesítésétől a jogellenes helyzet megszüntetéséig köteles fizetni a tagállam, míg az átalány egyszeri összeget jelent. Magyarország esetében a Bizottság átalányösszegű bírsággként minimum 1 053 000 euróra (336 millió Ft), a kényszerítő bírsággként pedig napi 1 273 eurótól (406 000 Ft) 76 383 euróig (24 millió Ft) terjedő összegre tehet javaslatot.

3.3.1. Háztartások

Mint az emissziós szerkezetnél már bemutattuk, a háztartások felelnek a kibocsátott szállópor jelentős részéért. A szállópor legnagyobb részben egyrészt a közlekedésből másrészt a háztartások fűtéséből, főként a szénrel, fával és más szilárd tüzelőanyagokkal való tüzelésből származik. Ebben a részben megpróbáljuk számszerűsíteni a magyarországi, főként fatüzelésből eredő károsanyagkibocsátást, az általa okozott károkat.

- A KSH számaiból kiindulva, korrigálva az illegális fakitermeléssel a Levegő Munkacsoport¹⁵ számítása szerint évente körülbelül 7,4 millió tonna tűzifát használnak fel. Ez megegyezik 9,6 millió köbméternek, vagy 73,9 petajoulenak
- A faégetés emissziós faktorának meghatározása szakirodalom feldolgozásával történt. Fontos megjegyezni, hogy nincsenek általánosan meghatározható értékek, ugyanis azok függenek az elégetett fa fajtájától és minőségétől, az égetés helyének minőségétől (például hagyományos vagy modern kandalló), illetve a vizsgálat elvégzésének helyétől (laboratóriumi, vagy valós körülmények).
- Enkhtsolmon et al (2016) alapján egy tonna fa elégetésével 3,3 kg PM10 jut a levegőbe, azaz 7,4 millió tonnányi fa elégetésével összesen 28 ezer tonna, vagyis az összes háztartásbeli PM10 kibocsátás körülbelül kétharmada.

¹⁵https://levegomunkacsoport.blog.hu/2017/04/18/lopott_fa_es_szemet_egetesevel_teljesitjuk_a_megujulos_celokat

- Savolahti et al (2019) számos fűtési eszköz PM_{2,5} kibocsátását számszerűsíti. A kibocsátás a modern bojlerok tüzelésű esetén a legalacsonyabb, 15-20 mg/MJ, míg a legmagasabbak a nyitott kandallók esetén, ekkor 638 mg/MJ.
- Számításaink során a kibocsátást a hagyományos kályhák 113 mg/MJ kibocsátásával határoztuk meg, mely középértéknek tekinthető. Ekkor a fa elégetésével körülbelül 8 350 tonna PM_{2,5} kerül a levegőbe, mely a teljes kibocsátás körülbelül 18%-a.
- Ha a modern kályhák 72 mg/MJ kibocsátásával számolunk, akkor 5320,8 tonna kibocsátást kapunk, azaz körülbelül 11%-ot tesznek ki. Azaz átlagosan közel kétharmadára csökken a PM_{2,5} csak modern kályhák használatának feltételezésével.
- Azonos kategóriába eső modernizált fűtőeszközzel Savolahti et al (2019) alapján átlagosan körülbelül harmadára csökkenthető a PM_{2,5} kibocsátás, de hasonló számokat találhatunk egy Dániával foglalkozó esettanulmányban is.¹⁶
- A PM_{2,5} okozta gazdasági kárt (1 589 milliárd forint) egy kibocsátott tonnára levetítve megkapjuk, hogy egy tonna PM_{2,5} 33 millió forintnyi nemzetgazdasági szintű kárt okoz.
- Kiemelendő továbbá a modernizált, puffertárolós kazánok felújításában rejlő lehetőség is, itt ugyanis a dán értékek alapján az új, puffertárolós kazán ötöd annyi PM_{2,5}-et bocsát ki, mint a régi fajtájú.
- A magyar lakásállomány fűtésére vonatkozó statisztikák meglehetősen hiányosnak mondhatók. A KSH számai alapján összesen 3 912 429 lakás van Magyarországon, melyből 1 475 392-ben van helyiségfűtés. További statisztikákat a KSH honlapján nem találtunk az egyedi fűtés módjára vonatkozóan.
- A KSH 2015-ös Lakásfelmérésének eredményei alapján a magyarországi lakóépületek 31,8%-ában lenne szükséges a nyílászárók cseréje, és 8,5%-ában a fűtési rendszer korszerűsítése.¹⁷
- A Magyar Energetikai és Közmű-Szabályozási Hivatal és a Magyar Távhőszolgáltatók Szakmai Szövetségének együttműködéséből 2016-ra¹⁸ vonatkozóan készült egy szektorelemzés, melyben az egyedi helyiségfűtésre vonatkozó adatok mélyebb bontásban megtalálhatóak. Ez alapján az összes fűtési módból 21,93%-ot tesz ki a nem gáz és nem elektromos helyiségfűtés. Feltételezzük, hogy ez a csak fafűtéses lakások aránya, amely így körülbelül 860 ezer lakást tesz ki.
- A további elemzést akadályozza, hogy csak feltételezéseink vannak arra vonatkozóan, hogy ebben a 860 ezer lakásban milyen technológiával fűtenek, az elégetett mennyiséggel kapcsolatban viszont nem rendelkezünk információkkal, fűtenek, így nem tudjuk meghatározni azt sem, hogy pontosan

¹⁶ <http://www.clean-heat.eu/de/aktivitaeten/infomaterial/download/danish-case-study-hu-15.html>

¹⁷ http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/miben_elunk15.pdf#page=17&zoom=100,0,0

¹⁸ http://www.mekh.hu/download/5/9d/40000/a_magyar_tavhoszektor_2016_evi_adatai.pdf

mennyivel csökkenthető a szállópor kibocsátás, csak azt tudjuk, hogy egy modernebb fűtési berendezési eszköz kibocsátása 30-70%-kal kevesebb, mint egy nem korszerűé.

- Tudjuk továbbá azt is, hogy a pellettel való fűtés jóval kevésbé káros, mint a (sokszor vizes) fával tüzelés, ugyanakkor drágább is, így vásárlásának állami részről történő támogatása megfontolandó lehet.
- A háztáji tüzeléssel nem csak a szállópor kibocsátás csökkenthető, hanem sok más károsanyag is, mint például kén-oxidok vagy nitrogén-oxidok, azaz a modernizációval nem csak a szállópor mennyisége csökkenthető.
- Megfelelő minőségmegoszlási adatok hiányában feltételezzük, hogy a háztartások az átlagos mennyiségű szállóport bocsájtják ki.
- Ekkor, ha a hivatkozott 113 mg/MJ kibocsátású hagyományos technológia helyett feltesszük, hogy a pellet kazánokkal fűtenek a háztartások, melyek mindössze $19,6 \text{ mg/MJ}$ -t bocsátanak ki, a háztartások $\text{PM}_{2,5}$ kibocsátása a jelenlegi szint 17%-ára eshet vissza.
- Ekkor forintosítva a csökkentett szállópor okozta nemzetgazdasági szintű meg nem valósuló veszteséget, az egy lakásra jutó érték 173 ezer forint. Ez a csökkentés mértékével együtt ellentétes irányba változik, azaz egy konzervatívabb, 50%-os szállópor kibocsátáscsökkenés esetén egy lakásra 103 ezer forintnyi nyereség jut.
- Ezen értékek évről évre nem jelentkeznek kárként a gazdaságban.
- A magasabb fűtőérték miatt a hagyományos vegyestüzelésű kazánról pelletre való áttérés a háztartásoknak is viszonylag rövid idő alatt megtérülhet
- Az egy lakásra jutó számított nyereség magasabb a relatíve (az átlaghoz képesti) rosszabb fűtéstechnológiával felszerelt lakások esetén.
- **A számítások alapján érdemes lehet támogatni a fatüzelés hatékonyabbá tételét, ez ugyanis anyagilag gyorsan megtérülhet mind közvetlenül a lakosoknak, mind közvetve a nemzetgazdaságnak.**
- A probléma megértésében és kezelésében kulcsszerepe van az energiaszegénységnek. Az energiaszegénységnek nincsen egységesen elfogadott definíciója, a leggyakrabban használt értelmezés szerint egy háztartás akkor tekinthető energiaszegénynek, ha az nem képes megfelelő szintre fűteni lakását, illetve bevételeinek egy meghatározott százalékánál többet költ energiaszámláira. Magyarországon a háztartások felének a jövedelmük 17%-a, másik felének pedig ennél több fordítódik erre a célra. Ha a medián kétszeresénél nagyobb háztartások tekintjük energiaszegénynek, akkor a háztartások jövedelmének 34%-ánál húzódik az energiaszegénység határa, ami a magyarországi háztartások 8-10%-a, vagyis körülbelül 300-380 ezer háztartás számítana energiaszegénynek. Ha viszont az átlagnál nagyobb arányú energiaköltséggel rendelkező háztartások tekintjük energiaszegénynek (energiaszámlákra a jövedelmük 20%-ánál többet költő háztartások), akkor a háztartások 37-40%-a (kb. 1,5 millió háztartás) számít energiaszegénynek

(Energiaklub, 2012). Ez a jelenség több szempontból is hátrányos, hiszen amellett, hogy a háztartásokat nehéz helyzetbe hozza, a környezet számára is megterhelő, hiszen ezek a háztartások sokszor „az utcát fűtik”, nem ritkán rossz minőségű fűtőanyaggal (vizes fával, lignittel, vagy akár háztartási és kerti hulladékkal), ami mind a háztartás tagjai, mind lakókörnyezetük számára jelentős egészségügyi kockázatot jelent. Vagyis az elavult fűtési berendezések és az épületek szigetelésének és nyílászáróinak cseréjével vagy javításával egyszerre javítható a háztartások anyagi helyzete, és csökkenthető az ország energiaszükséglete, valamint az egészségügyi ellátással kapcsolatos kiadások.

- Az energiaszegénység az ország minden pontján jelen van, de a legszegényebb régiókban fokozottan, a keleti országrészre jellemző rossz levegőminőség elsősorban a fűtésből eredő légszennyezésnek tudható be. Tekintve, hogy a magyarországi lakóépületek többsége 1-3 lakásos családi ház, egy jövőbeni támogatási programot számukra tűnik a legcélszerűbbnek meghirdetni. A tapasztalatok alapján a felújításoknak népességmegtartó ereje is lehet és segíthet egyes régiók leszakadásának megelőzésében, hiszen egyrészt munkahelyeket teremt, másrészt a jobb anyagi helyzetben lévők nem hagyják el a települést az ottani rossz levegő miatt.

3.3.2. Közlekedés

Amint a magyarországi légszennyezettségi helyzet és emissziós szerkezet bemutatásánál láthattuk, a közlekedés elsősorban a nitrogén-oxidok légkörbe kerüléséért felelős, de a részecskeszennyezésben is számottevő szerepet játszik. A zéró emissziós elektromos autók alkalmasak lehetnek a városok levegőminőségének javítására, ugyanakkor nem jelentenek megoldást az autóhasználat közben felvert por-, illetve a fékezésből eredő légszennyezés problémájára, sőt, a belső égésű motorral rendelkező típusokhoz képest általában nagyobb tömegük következtében használatuk által még növekedhet is a részecskeszennyezés (EEA E. E., 2018). Az elektromos autók vásárlásának támogatása más problémát is felvet: a konstrukció nem megfelelő kialakítása esetén ezeket a támogatásokat feltehetőleg nem azok az autótulajdonosok fogják igénybe venni, akik alacsonyabb környezetvédelmi besorolású, esetleg katalizátor nélküli, idősebb autóval közlekednek. A szakértői interjúk eredményei alapján a magas magyarországi nitrogén-oxid szennyezést elsősorban a Nyugat-Európából importált, ott már korszerűtlennek számító, vagy belvárosi övezetekből kitiltott, magas számban Kelet-Közép-Európába importált dízeles autók jelentik, illetve a magyarországi autók magas és folyamatosan növekvő száma. A leggyorsabb eredményt hozó intézkedés ezért az Euro I. és II-es besorolású autók belvárosi zónákból történő kitiltása lenne, másrészt a külföldön korszerűtlennek számító dízelautók importjának tilalma (egy ilyen tilalom bevezetése ugyanakkor komoly adminisztratív akadályokba ütközhet az Európai Unió területén belül). Ezzel párhuzamosan javasoljuk forgalomcsillapító intézkedések bevezetését, az autózás alternatíváinak egyidejű megteremtésével. Ezen intézkedések révén ugyanis nem csak az autók kipufogójából származó szennyezés csökkenthető, hanem az autós közlekedéssel járó egyéb légszennyező anyagok mennyisége is.

3.3.2.1. A magyarországi buszállomány cseréje

- A PM10 Program 2017-es helyzetértékelése szerint a hazai buszállomány közel fele az Euro I és az alatti környezetvédelmi besorolásba tartozik, amelyek esetében nem opció a részecskeszűrő beszerelése, tehát cserére szorul.
- A BKV járműállományában 2019-ben 971 autóbusz tartottak nyilván, amelyből 617 darab volt Euro III-as, vagy rosszabb kibocsátási normájú, 206 darab pedig a legmagasabb, Euro VI-os besorolással rendelkezett, amely tizedannyi nitrogén-oxidot és szálló port, ötödannyi szénhidrogént és harmadával kevesebb szén-monoxidot bocsát a levegőbe, mint az Euro III-as típus.¹⁹
- 40 darab Euro I dízelbusz lecserélésével akár napi 499 kg nitrogén-oxid kibocsátáscsökkenés érhető el, ez azt jelenti, hogy 1 darab Euro I-es busz elektromosra cserélésével naponta 12 kg-, 1000 darab lecserélésével napi 12 tonna, évente 4380 tonna nitrogén-oxid kibocsátás spórolható meg.²⁰
- Ezen felül egy Euro VI besorolás alá eső busz akár 98%-kal kevesebb szállóport bocsát ki a kipufogóján keresztül, mint egy Euro I-es besorolású.²¹
- A nitrogén-oxidokból keletkező gazdasági kár 2018-ban számításaink szerint 160,9 milliárd forint volt.
- 1000 elektromos busz üzembe állításával a nitrogén-oxid kibocsátásból származó gazdasági kár 3,2%-a lenne megspórolható évente, ami 5,14 milliárd forintot jelent. Egy elektromos busz ára jelenleg körülbelül 120 millió Ft.²²
- Tekintve, hogy az elektromos busz, mint általános megoldási technológia még nem teljesen kiforrott (akkumulátorok erőssége, töltőkapacitás hiányosságai), ezt helyettesítendő, vagy ezzel párhuzamosan előnyös alternatívát jelenthetnek a nem elektromos, de alacsony emissziós, Euro VI-os buszok. Egy ilyen besorolású busz beszerzése újonnan körülbelül 220 000 euróba, azaz mintegy 80 millió forintba kerülnek, mely a legolcsóbb a különböző meghajtásúak közül²³
- Ezen buszok 92%-kal kevesebb nitrogén-oxidot bocsátanak ki, mint az Euro I-es buszok, mellyel számításaink szerint az éves gazdasági kár az elektromos buszok beszerzésénél fentebb vázolt számítás logikáját követve 4,738 milliárd forinttal csökkenhet, vagyis az elektromos buszhálózat kiépítésével kapcsolatos technológiai nehézségek figyelembevételével a hagyományos, Euro VI-os buszok beszerzése hamarabb megtérülő beruházásnak tűnik.

¹⁹ <https://www.vg.hu/vallalatok/kozlekedes/feleannyi-karos-anyagot-eregetnek-a-buszok-2-1644270/>

²⁰ <https://www.greenpeace.org/hungary/sajtokozlomeny/4332/jelentos-nitrogen-dioxid-szennyezettseg-a-buszmegallokban/>

²¹ <https://dieselnet.com/standards/eu/hd.php>

²² <https://www.portfolio.hu/uzlet/20190418/haromezer-elektromos-busz-beszerzesere-keszul-a-kormany-321493#>

²³ http://civitas.eu/sites/default/files/civitas_policy_note_clean_buses_for_your_city.pdf

3.3.2.2. Elektromos autók vásárlásának támogatása

- A COPERT adatai alapján a dízeles személyautók általi légszennyezés 172 millió euró volt, amely 970 ezer dízeles autó károsanyag kibocsátásának az eredménye volt, ami azt jelenti, hogy egy dízeles autó által okozott gazdasági kár 345 forintos euró árfolyamon számolva 61175 forint. 10000 darab dízel személyautó forgalomból történő kivonásával tehát 611 millió forint spórolható meg a költségvetés számára évente.
- 2,5 millió forintos állami támogatással számolva 10000 elektromos autó vásárlásának támogatása a költségvetésnek 25 milliárd forintjába kerül, ami abban az esetben, ha az elektromos autó károsanyagkibocsátása 100%-kal kevesebb lenne, mint a dízeles autóké, 40 év alatt térülne meg az állam számára. Az elektromos autók ugyanakkor csak kipufogógáz tekintetében számítanak zéró emissziósoknak, az EEA adataiból tudható, hogy a közúti közlekedés PM10 szennyezésének 60-, PM2.5 szennyezésének 42%-a nem a kipufogógázból származik, hanem az útközben felvert porból, illetve gumikopásból és fékezéskor keletkező részecskékből.²⁴
- Az elektromos autó vásárlás támogatásának pontos pénzügyi hatásait nehéz megbecsülni, ugyanis nem ismert a magyar dízelautó állomány pontos korbéli összetétele, illetve az elektromos autók dízelesekhez képesti emissziójának, teljes életciklusra vetített károsanyag kibocsátásának mértékéről is élénk szakmai vita zajlik. Az mindenesetre kijelenthető, hogy az elektromos autók elterjedése segíthet az asztmás és más légúti betegségek kialakulásának megelőzésében, ugyanakkor hatékonyságuk a szén-dioxid kibocsátásról szóló vita miatt a klímaváltozás elleni küzdelemben egyelőre megkérdőjelezhető. Az elektromos autó vásárlás támogatásának hatékonysága mindenesetre növelhető azáltal, ha a támogatás feltétele egy Euro3-as, vagy annál rosszabb környezetvédelmi besorolású dízelautó lecserélése, illetve ha olyan ösztönzők kerülnek a rendszerbe, amelyek segítik megelőzni, hogy az elektromos autó ne második, vagy harmadik autóként kerüljön a háztartásba, ebben az esetben ugyanis az intézkedés a közúti forgalom növelése révén kontraproduktívá válik. A hatékonyságot javíthatja az is, ha az elektromos autók városi forgalomban (az ottani PM2.5 és nitrogén-oxid kibocsátás egységnyi károsanyag kibocsátásra vonatkozó kárköltése magasabb a vidékinél) sokat futó hagyományos autókat váltanak le (például állami szervek alkalmazottak számára biztosított gépjárművei, futárcégek furgonjai).
- A közúti közlekedés általi légszennyezés leghatékonyabb módja a korszerűtlen dízelautók növekedő számának megállítása, illetve számukra behajtásmentes övezetek létrehozása, illetve az autózás versenyképes alternatíváinak megteremtése a közösségi közlekedés fejlesztése révén.

²⁴ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-air-pollutants-8/transport-emissions-of-air-pollutants-6>

3.3.2.3. Korszerűtlen (dízel)autók arányának visszaszorítása

- Lausanne-Morges régióban a forgalomcsillapító intézkedések révén a PM10 mértékét 10 év alatt 3,3 mikrogram/m³-rel csökkentve 26 idő előtti halálozást, 290 elveszített életévet, 215 kórházban eltöltött napot és 47 ezer munkanapnak megfelelő betegszabadságot/iskolából van hiányzást takarítottak meg évente, számszerűsítve mintegy 36 millió svájci franknyi, körülbelül 11,5 milliárd forintnyi összeget.²⁵
- A COPERT adatai szerint Magyarországon az európai átlagnál nagyobb arányban futnak az európai kibocsátási normáknak nem megfelelő dízel személyautók.
- Arányukat figyelembe véve a magyarországi személygépjármű-állományban, az itthon futó dízeles személyautók száma 1,143 millióra tehető. A COPERT adataival számolva tehát 1 darab dízelautó éves kárkölsége körülbelül 52 ezer forint, a TRUE adatai alapján ennél magasabb, évi 75 ezer forint.
 - A légszennyezés okozta kár csökkenthető ezen járművek külön megadóztatása által, amellyel rövid távon csökkenhet a közvetlen költség, hosszabb távon pedig a régi jármű cséréjére ösztönzi a tulajdonosokat.
 - Az okozott kár mérsékelhető továbbá a szennyező autók városokból kitiltásával is.
- Az Euro0, 1 és 2 kategóriába tartozó személyautók aránya Magyarországon 24% (kb. 914 ezer darab), a dízelek 30%-os arányát figyelembe véve mintegy 274 ezer alacsony környezetvédelmi besorolású dízelautó futhat Magyarországon.
- Ennek a 274 ezer dízelnek a forgalomból történő kivonásával a COPERT adatait alapul véve 14,2 milliárd forintnyi kárkölség spórolható meg évente, míg a TRUE kevésbé konzervatív becslését figyelembe véve 20,5 milliárd forint.
- Természetesen az ezek helyére lépő autóknak ugyanúgy van kárkölsége, azonban a kárkölségek 65%-át kitevő nitrogén-oxid kibocsátás egy Euro 5-ös besorolású dízel esetén 64%-kal, a kapcsolódóköltségek 32%-át kitevő szállópor kibocsátás pedig mintegy 91%-kal kisebb, mint egy Euro 3-as esetén (Euro 0, 1 és 2 esetén ilyen határértékek nem is kerültek meghatározásra). Ha pedig ezeket a dízeleket legalább Euro 5-ös besorolású benzines autókra cserélnék, a korszerűtlen dízelek által jelenleg kibocsátott nitrogén-oxid mennyisége 88%-kal, míg PM kibocsátásuk mintegy 99%-kal csökkenhetne.
- Alábbiakban egy „roncsfelvásárlási programot” vázolunk fel, amelyben a különböző környezetvédelmi besorolású gépjárművek lecserélését különböző mértékben támogatja az állam.
 - Alábbi forgatókönyvben 300 ezer forintot kapnak az Euro 0-s gépkocsijukat lecserélők, 500 ezret az Euro 1-essel rendelkezők, 750 ezret az Euro 2-t és 1 milliót az Euro 3-at lecserélők.

²⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463917300330>

- Az alábbi táblázatban három forgatókönyvet vázoltunk fel, az elsőben az autótulajdonosok 50%-a, a másodikban 75%-a, a harmadikban pedig 100%-a cseréli le korszerűtlen járművét.
- Alapul véve a két fent említett kivonásból származó hasznokat (átlagban 17,35 milliárd), ezen támogatási rendszer diszkontálás nélkül körülbelül 9 éven belül megtérülne.

10. táblázat: „Roncsfelvásárlási program” forgatókönyvek

Kategória	Összes dízeljármű száma	Lecserélt darab (50%)	Költség (milliárd forint)	Lecserélt darab (75%)	Költség (milliárd forint)	Lecserélt darab (100%)	Költség (milliárd forint)
Euro 0	102 825	51 413	15	77 119	23	102 825	31
Euro 1	68 550	34 275	17	51 413	26	68 550	34
Euro 2	102 825	51 413	39	77 119	58	102 825	77
Euro 3	91 400	45 700	46	68 550	69	91 400	91
Összesen	365 600	182 800	117	274 200	175	365 600	234

3.3.2.4. Csepeli és Ráckevei HÉV fejlesztése („ötös metró” fejlesztés első üteme)

- A Budapesti Fejlesztési Központ (BFK) számításai szerint a csepeli és ráckevei HÉV-vonalak felújítása, a vonatok új, akadálymentes, korszerű járművekre történő cseréje-, illetve a vonalak Kálvin térig történő meghosszabbítása esetén a két vonal által jelenleg naponta szállított 47 ezer utas 108 ezerre növelhető.²⁶
- Jelenleg egy autóban utazó átlagos utasszám 1,38 fő²⁷, vagyis 61 ezerrel több HÉV használó körülbelül 44 ezerrel kevesebb autót jelentene naponta Budapest útjain.
- Budapestre minden harmadik autó az agglomerációból érkezik be, az utóbbi évtizedben 20%-kal, 1,2 millióra emelkedett a fővárosban közlekedő autók száma, vagyis a HÉV-fejlesztés az autók számának 3,6%-os csökkenését eredményezné.
- 2016-ban a 135 393,9 tonna nitrogén-oxid kibocsátás 41%-áért, vagyis 55,5 ezer tonnáért volt felelős a közlekedés, ezt a számot 3,6%-kal csökkentve 1998 tonnával, az összes nitrogén-oxid kibocsátás 1,4%-kal csökkenthető. Az ország PM2.5 kibocsátása 49 849,6 tonna volt 2016-ban, amelynek 5%-a, 2492,5 tonna származott a közlekedésből, vagyis a HÉV-fejlesztés révén 89,7 tonnányi, az összes PM2.5 kibocsátás 0,17%-a spórolható meg.

²⁶ https://index.hu/belfold/2020/02/24/kiirtak_a_palyazatot_az_5-os_metro_tervezesere/

²⁷ <https://record.umich.edu/articles/planes-trains-and-automobiles-traveling-car-uses-most-energy/>

- A 2018-as költségeket figyelembe véve a nitrogén-oxid kibocsátás 1,4%-os csökkentése révén 2,2 milliárd forint-, míg a PM2.5 0,17%-os csökkentése révén 2,7 milliárd forint takarítható meg a költségvetés számára évente. A projekt költségei egyelőre nem ismertek.,
- A levegőminőség javítása szempontjából a közösségi közlekedés fejlesztése mellett további előnyöket hozhat a kerékpáros infrastruktúra fejlesztése is.
 - Egy amerikai tanulmány szerint a kerékpáros infrastruktúrába történő beruházások az elköltött pénzösszeghez viszonyítva több munkahelyet teremt, mint a kizárólag közúti célú beruházások. Előbbiek esetében minden elköltött 1 millió dollárral 11,4 munkahelyet lehet teremteni, míg a közúti, autós célú fejlesztések esetében ez az arány csak 9,6.²⁸
 - A KPMG 2020-ban megjelent, nemzetközi példákon alapuló számítása alapján a kerékpárra kiterjesztett, fix kilométerdíjon alapuló munkáltatói támogatás és vállalati kerékpár biztosítása révén évente átlagosan 1,3 nappal csökkenthető a kivett betegszabadságok hossza, 3-14 hónappal növelhető a várható élettartam, és csökkenthető a személyautók által okozott 229 milliárd forintnyi externális kár.²⁹
 - Az Európai Kerékpáros Szövetség (ECF) számításai szerint a kerékpáros közlekedés révén évente 150-155 milliárd euró spórolható meg uniós szinten, amelynek legnagyobb részét (73 milliárd eurót) az egészségügyi kiadások teszik ki. A kerékpáros közlekedés megoldást jelenthet a forgalmi dugók problémájára is, amelyek az EU éves GDP-jének közel 2%-át kitevő gazdasági károkat okoznak kontinens-szerte.³⁰
 - A kerékpározás további gazdasági előnyökkel jár, a kerékpározás által megtakarított időnek is gazdasági értéke van³¹, a bicikliparkolók után az azokat használók ötször annyit költenek a városban, mint autós parkolóhelyek esetén.³²

3.3.3. Javasolt intézkedések

A fentebb vázolt számítások alapján, költséghatékonysági szempontok figyelembevételével a következő intézkedésekre teszünk javaslatot:

- Az államháztartás szempontjából a legnagyobb haszonnal azok az intézkedések járnak, amelyek a levegőben szálló kisméretű részecskék mennyiségének csökkentését célozzák. Ez tárgyi eszközökbe, illetve infrastruktúrába történő beruházás révén valósítható meg leginkább, de rövidtávon a

²⁸ <https://www.sharetheroad.ca/what-are-the-environmental-traffic-congestion-benefits-of-cycling--s16223>

²⁹ https://kerekparosklub.hu/kerekparozas_penzugyi_tamogatas_vallalatikerekpar_kilometerdij

³⁰ <https://ecf.com/what-we-do/cycling-economy/economic-benefits>

³¹ https://emh.kormany.hu/download/d/0b/00000/streets_people_HU.pdf

³² <http://content.tfl.gov.uk/walking-cycling-economic-benefits-summary-pack.pdf>

gépjárművek által sűrűn használt közutak jelenleginél gyakoribb takarítása, nyári időszakban és éjszaka történő locsolása révén is pozitív változások érhetők el.

- Adókedvezmények révén is ösztönzött roncsautó csere program az Euro 4-es környezetvédelmi besorolású gépjárművek kivezetése érdekében.
- Nagyvárosi buszcseréprogram: az erősen szennyező, sűrűn lakott környezetben nagyobb károkat okozó, elöregedett városi autóbuszok Euro 6-os környezetvédelmi besorolású buszokra történő cseréje.
- Euro 4-esnél alacsonyabb környezetvédelmi besorolású autók számára behajtásmentes övezetek kialakítása a belvárosokban.
- Pellet kazáncsere támogatása a szilárd tüzelésű fűtőberendezéssel rendelkező háztartások számára, ezzel összhangban a szociális tűzifa program felülvizsgálata (a pellet kazánra váltók számára szociális tűzifa helyett szociális pellet kiosztása, a vizesen kiosztott tűzifa gyakorlatának megszüntetése, a rossz fűtőértékű és erősen légszennyező lignit szociális tüzelőként történő kiosztásának megszüntetése.)
- A kertekben történő avar- és hulladékégetés tilalmának hatósági eszközökkel történő betartatása, ezzel kapcsolatos szemléletformáló kampányok folytatása és bővítése. Az ilyen tevékenységekből eredő légszennyezésnek ugyanis fontos szerepe van abban, hogy Magyarországon uniós kötelezettségzegési eljárás van folyamatban, ami komoly veszteséggel járhat a költségvetés számára.
- Az elsősorban a klímaváltozáshoz való alkalmazkodást segítő, de a levegőminőséget is javító zöldítési és fátelépítési programok tervezésekor és végrehajtásakor az egyes növény- és fafajták potenciális allergénitásátak figyelembevétele, amelyhez a Nemzeti Népegészségügyi Központ katasztere³³ nyújthat segítséget.

³³ <https://efop180.antsz.hu/temak-konyezetegeszsegugy/allergenek-a-levegoben/allergenek-hogyan-valasszunk-kertunkbe-fakat-cserjeket.html>

Hivatkozások jegyzéke

Felhasznált irodalom

2018. évi összesítő értékelés hazánk levegőtisztaságáról az automata mérőhálózat adatai alapján, Országos Meteorológiai Szolgálat, 2019.

A 2018-2030-ra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó, második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, Innovációs és Technológiai Minisztérium, 2018.

A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás fenntarthatósági, versenyképességi összefüggései, Állami Számvevőszék, 2019.

Air Quality In Europe - 2017 report, European Environmental Agency, 2017.

Air Quality in Europe - 2019 report, European Environmental Agency, 2019.

Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives, European Environmental Agency, 2018.

Első Éghajlatváltozási Cselekvési Terv, Innovációs és Technológiai Minisztérium

Health impacts and costs of diesel emissions in the EU, CE Delft, 2018.

Jelentés az agrárgazdaság 2015. évi helyzetéről, Magyarország Kormánya, 2016.

Szegénység vagy energiaszegénység? - Az energiaszegénység definiálása Európában és Magyarországon, Energiaklub, 2012.

Toxic Air - The price of fossil fuels, Greenpeace, 2020.

Internetes hivatkozások

<http://www.legszenyvezes.hu/legszenyezo-anyagok/legszenyvezk/>

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_hu

<https://e-cars.hu/2020/06/10/20-ezer-folott-a-zold-rendszamos-autok-szama-magyarorszagon>

<https://www.nnk.gov.hu/index.php/kozegeszsegugyi-laboratoriumi-foosztaly/terkepes-informaciok/levegohigienes-index/694-a-levegohigienes-index-ismertetese>

<https://444.hu/2020/08/01/tizanhat-telepulesen-rossz-a-levego-a-magas-ozonkoncentracio-miatt>

<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10-2020-INIT/hu/pdf>

https://aqli.epic.uchicago.edu/wp-content/uploads/2020/07/AQLI_2020_Report_FinalGlobal-1.pdf

<https://aqli.epic.uchicago.edu/the-index/>

http://www.hermanottointezet.hu/sites/default/files/5.%20Dr%20Szigeti%20Tam%C3%A1s_HungAIRy.pdf

<http://nrgreport.com/cikk/2019/01/21/elkepesztoen-sokba-kerulnek-a-dizelek-magyarorszagnak-horribilis-szamok-lattak-napvilagot>

https://levegomunkacsoport.blog.hu/2017/04/18/lopott_fa_es_szemet_egetesével_teljesítjük_a_megujulos_celokat

<http://www.clean-heat.eu/de/aktivitaeten/infomaterial/download/danish-case-study-hu-15.html>

http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/miben_elunk15.pdf#page=17&zoom=100,0,0

http://www.mekh.hu/download/5/9d/40000/a_magyar_tavhoszektor_2016_evi_adatai.pdf

<https://www.vg.hu/vallalatok/kozlekedes/feleannyi-karos-anyagot-eregetnek-a-buszok-2-1644270/>

<https://www.greenpeace.org/hungary/sajtokozlemenye/4332/jelentes-nitrogen-dioxid-szennyezettseg-a-buszmegallokban/>

<https://dieselnet.com/standards/eu/hd.php>

<https://www.portfolio.hu/uzlet/20190418/haromezer-elektromos-busz-beszerzesere-keszul-a-kormany-321493#>

http://civitas.eu/sites/default/files/civitas_policy_note_clean_buses_for_your_city.pdf

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-air-pollutants-8/transport-emissions-of-air-pollutants-6>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463917300330>

https://index.hu/belfold/2020/02/24/kiirtak_a_palyazatot_az_5-os_metro_tervezesere/

<https://record.umich.edu/articles/planes-trains-and-automobiles-traveling-car-uses-most-energy/>

<https://www.sharetheroad.ca/what-are-the-environmental-traffic-congestion-benefits-of-cycling--s16223>

https://kereparosklub.hu/kereparozas_penzugyi_tamogatas_vallalatikerepar_kilometerdij

<https://ecf.com/what-we-do/cycling-economy/economic-benefits>

https://emh.kormany.hu/download/d/0b/00000/streets_people_HU.pdf

<http://content.tfl.gov.uk/walking-cycling-economic-benefits-summary-pack.pdf>

<https://efop180.antsz.hu/temak-konyezetegeszsegugy/allergenek-a-levegoben/allergenek-hogyan-valasszunk-kertunkbe-fakat-cserjeket.html>