

Dunaújváros

A Dunaújvárosi Egyetem online folyóirata 2019. VII. évfolyam I. szám

Műszaki-, Informatikai és Társadalomtudományok

PETROVICKIJNÉ ANGERER ILDIKÓ

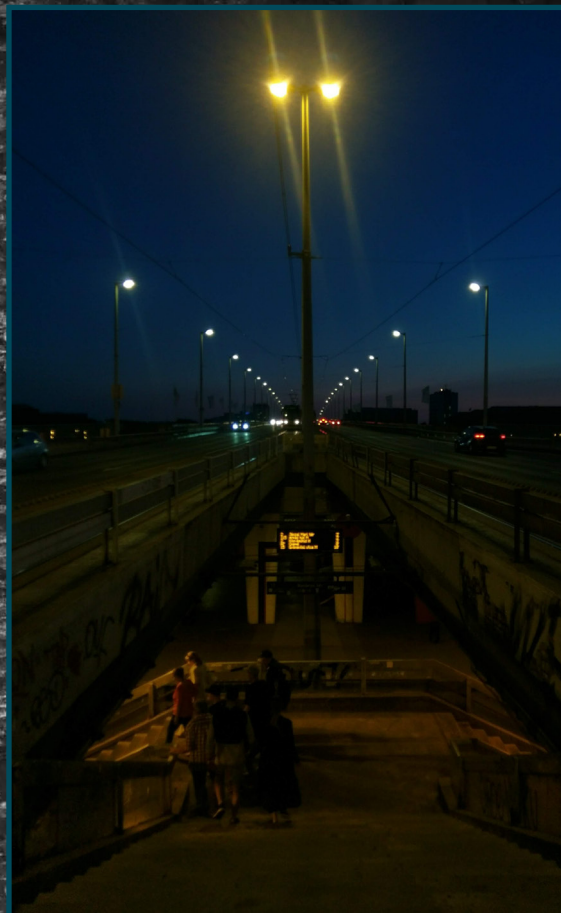
Az elektromobilitás bevezetési lehetőségeinek vizsgálata Dunaújvárosban – a város légszennyezési mutatóinak függvényében 1. rész

CSEPELI ZSOLT

Járműipari beszállítók által használt szerkezeti anyagok fejlesztési irányai az elektromobilitás tükrében 1. rész

SZABÓ ISTVÁN

Az elektromobilitás időszerűsége. Szükséges, mégsem elégséges feltétele civilizációnk fennmaradásának 1. rész



Dunakavics

A Dunaújvárosi Egyetem online folyóirata 2019. VII. évfolyam I. szám

Műszaki-, Informatikai és Társadalomtudományok

MEGJELENIK ÉVENTE 12 ALKALOMMAL

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

András István, Ágoston György, Balázs László, Nagy Bálint, Németh István,
Rajcsányi-Molnár Mónika, Szabó Csilla Marianna.

Felelős szerkesztő Németh István
Tördelés Duma Attila

Szerkesztőség és a kiadó címe 2400 Dunaújváros, Táncsics M. u. 1/a.

Kiadja DUE Press, a Dunaújvárosi Egyetem kiadója
Felelős kiadó Dr. habil András István, rektor



A lap megjelenését támogatta a Nemzeti Kulturális Alap

TÁMOP-4.2.3-12/1/KONV-2012-0051

„Tudományos eredmények elismerése és disszeminációja
a Dunaújvárosi Főiskolán”.

<http://dunakavics.due.hu>

ISSN 2064-5007

Tartalom

PETROVICKIJNÉ ANGERER ILDIKÓ

*Az elektromobilitás bevezetési lehetőségeinek vizsgálata
Dunaújvárosban – a város légszennyezési
mutatóinak függvényében 1. rész*

5

CSEPELI ZSOLT

*Járműipari beszállítók által használt szerkezeti anyagok fejlesztési irányai
az elektromobilitás tükrében 1. rész*

55

SZABÓ ISTVÁN

*Az elektromobilitás időszerűsége. Szükséges, mégsem elégséges feltétele
civilizációnk fennmaradásának 1. rész*

69

Galéria

(Duma Bálint fotói)

82



Az elektromobilitás bevezetési lehetőségeinek vizsgálata Dunaújvárosban – a város légszennyezési mutatóinak függvényében (1. rész)

Összefoglalás: Jelen tanulmányban az elektromobilitás bevezetési lehetőségeit vizsgáltuk Dunaújvárosban, a város légszennyezettségi mutatóinak figyelembevételével. Ismertettük a közlekedés által okozott levegőszennyező anyagokat és azok egészségügyi hatásait. Részletesen elemeztük Dunaújváros levegőszennyezettségi adatait az automatikusan működő mérőállomás és a manuális mérési rendszer több éves adatai alapján. Bemutattuk a SO_2 , NO_x , NO_2 , NO , CO , O_3 és a PM_{10} szálló por levegőben mért 24 órás koncentrációit, és összehasonlítottuk az egészségügyi határértékekkel. Bemutattuk a PM_{10} szálló por füstköd tájékoztatási és riasztási küszöbátlépéseinek eredményeit is. Dunaújvárosban a légszennyezettség terén a legtöbb problémát a PM_{10} szálló por koncentrációjának magas értékei okozzák, mely a városban döntően ipari eredetű. Gyakoriak a 24 órás egészségügyi határérték-túllépések, időnként szmog tájékoztatási és riasztási küszöbátlépések is előfordulnak. Időnként a nitrogén-oxidok és a szén-monoxid óras átlagkoncentrációi is magasak. A jelentős ipari légszennyező háttér miatt ismertettük a főbb ipari légszennyezőanyag kibocsátásokat is. A közlekedés által okozott káros kibocsátásokat a helyi autóbusz közlekedés adataival modelleztük. A kapott adatok alapján a motorizáció növekedésével a közlekedés okozta levegőszennyezés is jelentős, és káros hatását közvetlenül az ember tartózkodási helyén, a troposzféra legalsó részén fejtí ki. Megvizsgáltuk a városban bevezetendő elektromobilitás levegőminőségre gyakorolt kedvező hatását.

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy az elektromobilitás bevezetésének komplex intézkedései pozitív hatással lehetnek Dunaújváros levegőminőségére. Kiemelendő, hogy a helyi és helyközi autóbuszos közlekedés elavult gépparkját mindenképpen kívánatos az alacsony, illetve zéró kibocsátású autóbuszokra, köztük elektromos buszokra cserélni. Minden olyan intézkedés, mely a levegőminőség javulását eredményezi Dunaújvárosban, mindenképpen javasolt.

* Dunaújvárosi Egyetem,
Műszaki Intézet
E-mail: petrovickijnedr.angerer.ildiko@uniduna.hu

Kulcsszavak: Elektromobilitás, Dunaújváros, légszennyezés, SO_2 , NO_x , NO_2 , NO , CO , O_3 , PM_{10} szálló por. 24 órás koncentráció, egészségügyi határérték, szmog tájékoztatási és riasztási küszöbérték, közlekedés, elektromos buszok.

Abstract: In this study the possibilities for introducing electric mobility have been investigated in Dunaújváros, taking into account the city's air pollution indicators. Air pollutants caused by transport and their health effects have been demonstrated. The air pollution data of Dunaújváros have been analyzed in detail on the basis of the annual data of the automatic measuring station and the manual measurement system. The 24-hour concentrations of SO_2 , NO_x , NO_2 , NO , CO , O_3 and PM_{10} particulate matter in the air have been demonstrated and compared with the health limits. Results of the smog information and alarm thresholds of PM_{10} particulate matter also have been presented. Most problems in air pollution in Dunaújváros are caused by high concentration of PM_{10} , emitted mainly by industry. Often, 24-hour health limits are exceeded, sometimes the smog information and alarm thresholds are also exceeded. Sometimes the average concentrations of nitrogen oxides and carbon monoxide are also high. Due to the significant industrial air pollution background, we also described the main industrial pollutant emissions also have been reported. Part of the harmful emissions caused by traffic have been modeled on local bus traffic data. Based on the data obtained, with the increase in motorization, air pollution caused by traffic is also significant, and its harmful effect is directly in the lower part of the troposphere. The positive effect of electric mobility in the city on air quality has been examined. Based on the results obtained it can be concluded that the complex measures of the introduction of electric mobility can have a positive effect on the air quality of Dunaújváros. It should be noted that the obsolete machine fleet of local and interurban buses is desirable in any case for low and zero emission buses, including electric buses. Any measure that will improve air quality in Dunaújváros is definitely recommended.

Keywords: Electric mobility, Dunaújváros, air pollution, SO_2 , NO_x , NO_2 , NO , CO , O_3 , PM_{10} , particulate matter, 24 hour concentration, health limit, smog information and alarm thresholds, traffic, electric buses.

Bevezetés

Előzményként és megalapozásként azoknak a dokumentumoknak az összessége szolgált, melyeket az érintett intézmények és szervezetek összehangoltan készítettek el a fenntartható és alacsony károsanyag-kibocsátású, bizonyos esetekben pedig akár nulla emisszióval járó közösségi közlekedés létrehozására Dunaújvárosban és vonzáskörzetében.

A megvalósítás lehetőségét Magyarország Kormánya azzal biztosította, hogy az elektromobilitás bevezetését nevesítette a Modern Városok Program keretében Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkor-

mányzatával 2016. május 31-én megkötött együttműködési megállapodásában. Az 1394/2016. (VII. 21.) Korm. határozatban született döntés az együttműködési megállapodásban rögzített feladatok végrehajtásáról, valamint a közreműködő intézmények megbízásáról. A Kormányhatározat 3. pontja tartalmazza, hogy a Kormány a Dunaújváros Egyetem e-kutató központja által az elektromobilitás hazai elterjesztésének és az ezzel összefüggő helyi innovatív kezdeményezések támogatására munkacsoportot alakít. [1], [17]

A KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. Mobilitás Kutatóközpontja (továbbiakban: KTI) a Dunaújvárosi Egyetem megbízása alapján elkészítette az elektromobilitás Dunaújvárosban történő bevezetési lehetőségeinek vizsgálatáról szóló tanulmányt, „Aktuális mobilitási trendek figyelembevételével az elektromobilitás dunaújvárosi bevezethetőségének vizsgálata” címmel. A munkaanyagban a készítők áttekintették az aktuális mobilitási trendeket, elemezték az elektromobilitás és az intelligens városok modern technológiáinak kapcsolatát, valamint a legjobb megoldásokat. Megvizsgálták a lehetséges megoldásokat Dunaújváros méretű város vonatkozásában, meghatározták az elektromobilitás főbb beavatkozási területeit Dunaújváros tekintetében. Összefoglalták a bevezetés lehetőségeit a főbb beavatkozási irányok figyelembevételével. A munkaanyagban részletesen nem tértek ki a közlekedésből származó levegőszennyezés káros hatásaira, valamint Dunaújváros légszennyezettségi helyzetének elemzésére, az elektromobilitás bevezetésének levegőminőségre történő hosszú távú pozitív hatásaira. Dunaújváros levegője az ipar és a közlekedés által kibocsátott légszennyező anyagoktól erősen terhelt, ez indokolja a részletesebb, behatóbb vizsgálatot, elsősorban a közlekedésből származó légszennyező ágensek tekintetében. A KTI által elkészített munkaanyaggal összhangban Dunaújváros jelenlegi levegőszennyezettségi adatait bemutatva elemzem, hogy az elektromobilitás bevezetése milyen hatással lehet a város levegőjére.

Minden olyan intézkedés, így az elektromobilitás megvalósítása is, mely hozzájárul Dunaújváros levegőminőségének javításához, kiemelt fontosságú.

Levegőszennyezés

Levegőszennyezésről akkor beszélünk az Egészségügyi Világszervezet (WHO) definíciója szerint, ha a levegőben olyan mennyiségben található meg egy vagy több szennyező anyag, vagy azok keveréke, amely az emberekre, állatokra, növényekre,

[1] 1394/2016. (VII. 21.) Kormányhatározat, (Magyar Közlöny, 2016. évi 108. szám)

[17] KTI Közlekedéstudományi Intézet (2018): Aktuális trendek figyelembevételével az elektromobilitás dunaújvárosi bevezethetőségének vizsgálata, Zárójelentés.

[2] 306/2010. (XII. 23.) Kormányrendelet a levegő védelméről

[5] Anda Angéla –Kocsis Tímea (2010): *Agrometeorológiai és klimatológiai alapismeretek*. Budapest: Mezőgazda.

[6] Dieter Heinrich –Manfred Hergt (1995): *SH atlasz Ökológia*. Budapest: Springer Hungarica. P. 163.

[8] Sárváry Attila (2011): *Környezet-egészségtan*. Debreceni Egyetem, TÁMOP 4.2.5. Pályázat könyvei.

vagy a tárgyi tulajdonokra káros lehet, vagy a jó közérzetet, vagy a birtoklás gyakorlását mérhetetlen módon bár, de akadályozza. [5], [6]

A levegő védelméről szóló 306/2010. (XII. 23.) Kormányrendelet szerint a *légszennyezés* a légszennyező anyag kibocsátási határértéket meghaladó mértékű levegőbe juttatását, a *légszennyezettség pedig* a levegő légszennyezettségi határértéket meghaladó levegőterheltségi szintjét jelenti. [2] A levegőszennyező anyagok a légkör természetes összetételét megváltoztató gáz, folyékony, vagy szilárd halmazállapotú anyagok. A levegőszennyező anyagokat többféleképpen csoportosíthatjuk.

A légszennyező anyagok eredetük szerinti csoportosítása:

- Természetes levegőszennyezők: a virágos növények pollenjei, melyek allergiát okozhatnak, a tűlevelűek terpénjei, melyek forró területeken fotokémiai reakciókon keresztül szmogot idézhetnek elő, valamint a vulkánkitörés gázai és aeroszolja, lápos, mocsaras területeken keletkező, metántartalmú mocsárgáz.
- Mesterséges (antropogén) eredetű anyagok: emberi tevékenységből származnak.

Az antropogén levegőszennyezés forrásai az ipari termelési és energiaellátási folyamatok, a motorizált közlekedés, valamint a lakossági fűtés, energiaellátás. [6], [8]

A kémiai folyamatokban történő részvétel szerint a levegőszennyező anyagok lehetnek elsődleges vagy másodlagos légszennyezők. Az elsődleges légszennyezők közvetlenül a forrásból jutnak a légkörbe, míg a másodlagos légszennyezők az elsődleges légszennyezőkből keletkeznek az egymással vagy a légkört alkotó más anyaggal lejátszódó kémiai reakciókban.

- Elsődleges szennyezők: a forrásból történő kikerülésük állapotában maradnak, fizikai-kémiai átalakuláson nem esnek át. Ilyenek a kén-dioxid (SO_2), a nitrogén-oxidok (NO_x), a szén-monoxid (CO), az illékony szerves vegyületek (VOC), a szénhidrogének, a szálló por (PM) és az aeroszolok. [6], [8]
- Másodlagos szennyezők: kémiai összetétel szerint lehetnek szerves (formaldehid, peroxi radikálok, pl. peroxi-acetil-nitrát) és szervetlen (pl. ózon (O_3), nitrogén dioxid (NO_2) jelentős része, másodlagos szálló por) szennyezők. [6], [8]

Légszennyező forrás minden berendezés, épület, jármű, vagy szabadban elhelyezkedő anyag, mely olyan gázokat, gőzöket, illékony vagy porformájú szennyezőanyagokat bocsát ki, melyek jellemző módon a levegőbe kerülnek, és a levegővel terjednek tovább. A légszennyező források fő típusai:

- *Helyhez kötött légszennyező forrás*: levegőterhelést okozó vonalforrás, valamint az a levegőterhelést okozó pont-, vagy diffúz forrás, amely működése közben helyét nem változtatja meg. [2]

- *Légszennyező pontforrás*: az a levegőterhelést okozó forrás, amelynél a légszenynyező anyag kibocsátási jellemzői (térfogatáram, kibocsátási koncentráció, hőmérséklet, nyomás) méréssel vagy a mérés megvalósításának gyakorlati akadályai miatt műszaki számítással egyértelműen meghatározhatók. Pontforrások például a kémények, kürtők és a szellőzők. [2]
 - *Felületi vagy diffúz forrás*: olyan levegőterhelést okozó tevékenység, kibocsátó felület vagy berendezés, amely nem minősül légszennyező pontforrásnak, továbbá a szabadban végzett tevékenység, amely légszennyezőanyag kibocsátással jár. [2] A diffúz források esetében a szennyező anyagokat kibocsátó felület nagysága meghatározható ugyan, de a környezetbe kerülő anyagok mennyiségére csak közvetett mérések és számítások útján lehet következtetni, mivel a hordozó gáz térfogata és sebessége nem ismert. Diffúz forrás lehet például a hulladék depónia, nyíltszini szén vagy érc tároló.
 - *Vonalforrás*: a nyomvonalas közlekedési létesítmény (közút, vasút) vagy annak vizsgált szakasza, amelynél az elhaladó járművek jellemzői határozzák meg az egységnyi szakaszból származó légszennyező anyag kibocsátott mennyiségét. meghatározó még az áthaladó járművek száma. Egy jármű emissziója legegyszerűbben laboratóriumi körülmények között mérhető, azonban több gépjármű esetében ez a közelítés már nem megfelelő. [2]
- A légszennyezők mindhárom halmazállapotban: szilárd, cseppfolyós és gáz alakban keletkeznek a társadalmi tevékenység csaknem minden területén. A légszennyezés folyamata három jól elkülöníthető szakaszból áll: a levegőbe jutó szennyezőanyagok kibocsátását *emisszió*nak, terjedésüket a környezetben a *transzmisszió*nak, a felhígulásukat követő állapotukat – vagyis a levegőminőséget *immisszió*nak nevezzük. [2], [6]

A KÖZLEKEDÉS ÁLTAL OKOZOTT LEVEGŐSZENNYEZÉS

Közlekedésből adódó kibocsátások, a gépjárművek által okozott légszennyezés

A motorizáció folyamatos növekedésével a közúti közlekedésnek jelentős levegőszennyező hatása van. A gépjárművek által kibocsátott füstgáz környezetre káros összetevőket tartalmaz, illetve a tüzelőanyag egy része párolgás során kerül a környezetbe. [7]

A belsőégésű motorban a kémiai energia égés útján hővé alakul, amit gázhalmazállapotú munkaközeg mechanikai munkává alakít. Az üzemanyag kémiaiilag tökéletes égése esetén égésterméként szén-dioxid és víz keletkezik az alábbi reakció szerint:

[2] 306/2010. (XII. 23.) Kormányrendelet a levegő védelméről

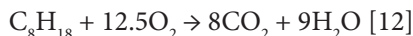
[6] Dieter Heinrich – Manfred Hergt (1995): *SH atlas Ökológia*. Budapest: Springer Hungarica.

[7] Moser Miklós–Pálmai György (2006): *A környezetvédelem alapjai*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

[7] Moser Miklós
–Pálmai György
(2006): *A környezetvédelem alapjai*.
Budapest: Nemzeti
Tankönyvkiadó.

[11] Botyánszki
Tamás (2016): *Fenntartható mobilitás Dunaújvárosban*.
XXXIII. Országos
Tudományos diákköri
Konferencia.

[12] Kenneth C. Weston (2000): *Energy Conversions* (2016):
The Ebook. [Online].
<http://www.personal.utulsa.edu/~kenneth-weston/>

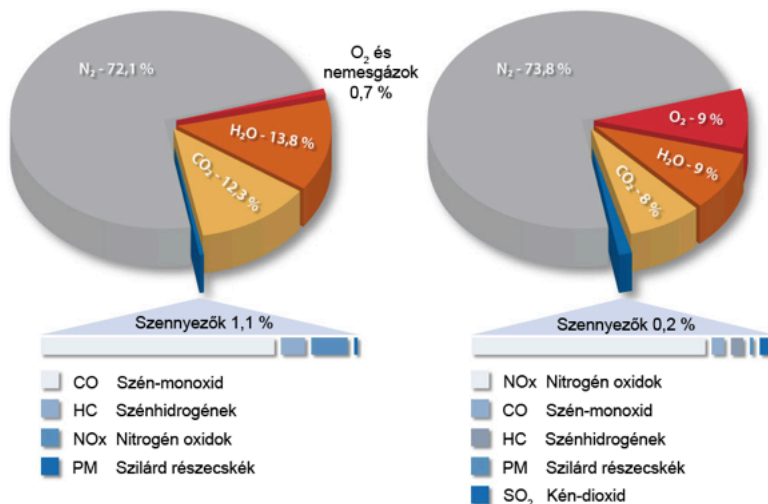


A valóságban az égésfolyamat nem ideális körülmények között zajlik, mivel a kémiai reakciókra rendelkezésre álló idő rendkívül rövid, a hőmérséklet eloszlása a hengerekben nem egyenletes, így másodlagos reakciók is végbemennek. Mivel az égés általában tökéletlenül megy végbe, ennek következtében a kipufogógáz alkotói közül csak a nitrogén, az oxigén és a vízgőz tekinthető egészségre ártalmatlannak.

A létrejövő kipufogógáz a motorban végbemenő kémiai reakció égésterméke, melynek összetételét a nyomás, a hőmérséklet, a koncentráció és a tartózkodási idő határozzák meg. Ezekre hatással van a motor konstrukciója, üzemi paraméterei, a tüzelőanyag összetétele és a beszívott levegő jellemzői. [7], [12]

Bár az Otto- és dízelmotorok égéstermékének összetétele eltérő (1. ábra), a kipufogógázukban ugyanazok a főbb károsanyag-összetevők mutathatók ki: szén-monoxid (CO), szénhidrogének (HC), nitrogén oxidok (NO_x), policiklikus aromás szénhidrogének (PAH-ok), illékony szerves vegyületek (VOC-k) és szilárd részecskék (PM). [7], [12]

1. ábra. Korszerű Otto- (balra) és dízelmotor (jobbra) utókezelés nélküli, nyers kibocsátása [11]



Az egyes komponensek mennyiségét nagymértékben befolyásolja a motor üzemállapota. A dízelmotorok szuszpendált részecske-kibocsátása sokkal nagyobb (10-szeres) a benzinüzeműekéhez képest. Az International Agency for Research on Cancer (IARC) a dízelüzemű gépjárművek kipufogófüstjét a valószínűleg rákkeltő (2A), míg a benzinüzemű gépjárművek kipufogófüstjét a lehetséges rákkeltő (2B) kategóriába sorolta. [6]

A fenti nyers emissziókat a mai gyakorlatban katalizátorban kezelik, mivel a motorban nem biztosítható minden szennyező komponens egyidejű csökkentése a hatásfok romlása nélkül. [7], [12], [13]

Az emisszió szempontjából fontos tényező a használat módja: ugyanarra a távolságra vetítve több, rövid utazás nagyobb környezetterheléssel jár, mint egyetlen hosszabb. A légszennyezés nagyobb része hideg indítás után, a bemelegedés során keletkezik, mivel a motornak és a katalizátornak is el kell érnie az üzemi hőmérsékletet. A rövid utak során jelentkező többletkibocsátás szennyező hatása a városokban fokozottabban érvényesül, bár a korszerű járművek esetében már igyekeznek lerövidíteni a katalizátor bemelegedési időtartamát (pl. szekunderlevegő-rendszer segítségével). [12], [13]

A KÖZLEKEDÉS ÁLTAL KIBOCSÁTOTT ÉS MÁSODLAGOSAN KELETKEZŐ KÁROS ANYAGOK, EMBERRE ÉS KÖRNYEZETRE GYAKOROLT HATÁSUK

Kén-dioxid

A kén oxidjai közül a légkörben a kén-dioxid (SO_2) – 2. számú ábra – és a kén-trioxid (SO_3) – 3. számú ábra – fordulnak elő, ezek közül is nagyobb részben a kén-dioxid (SO_2). Évente kb. 440 millió tonna kén-dioxid kerül a Föld légkörébe. Ennek 80%-a természetes eredetű (bomlási folyamatok, vulkánkitörések). Az emberi tevékenységből származó kéndioxid-kibocsátás évente kb. 88 millió tonna, amelynek forrása a kéntartalmú tüzelőanyagok (szén és olaj) elégetése, az ércek kohósítása, elemi kén ipari feldolgozása és a vegyipari tevékenység. Mindehhez hozzájárul a diesel-motorok kipufogó gázainak szennyezése is.

[6] Dieter Heinrich –Manfred Hergt (1995): *SH atlasz Ökológia*. Budapest: Springer Hungarica.

[7] Moser Miklós–Pálmai György (2006): *A környezetvédelem alapjai*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

[12] Kenneth C. Weston (2000): *Energy Conversions (2016): The Ebook*. [Online]. <http://www.personal.utulsa.edu/~kenneth-weston/>

[13] Szabó Mihály–Vida László (2010): *Otto-motor (Kipufogógáz vizsgálat, energiamérleg)*. Budapest: BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar.

2. ábra



3. ábra



A kén-dioxid egy savas ízű, szintelen csípős szagú mérgező gáz. Legfőbb forrásai azon hő-, és energiatermelő egységek, melyek alacsony minőségű ként tartalmazó olajjal vagy szénrel üzemelnek, vagyis azon tüzelési folyamatok, melyekből származó kén-dioxid-kibocsátás elsősorban az elégetett tüzelőanyag kéntartalmától függ. A dízelüzemű motorok kipufogógázában is megtalálható.

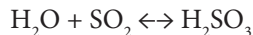
A kén-dioxid a környezetre és az élőlények szervezetére káros hatással van. A légkör nedvességtartalmával egyesülve kénes savvá, majd pedig kénsavvá alakul és savas csapadék formájában károsítja az élőlényeket, a talajt, az épített környezetet, roncsolja a növényi szövetet, az élővizek elsavasodását is okozhatja.

Az állatoknál és az embereknél légzési nehézséggel járó mérgezési tüneteket okoz, a nyálkahártya gyulladásos megbetegedésének egyik okozója. Magas kén-dioxid-koncentráció esetén az embereknél gyakran fellép melléküreg-gyulladás, hörghurut (*bronchitis*) és tüdőtágulat. A kén-dioxid ingerli a nyálkahártyát, közvetlen belégzése erős köhögéshez vezethet, a légutak és a tüdő károsodását, akár halált is okozhat. Egészséges, felnőtt személyeknél ilyen kórtünetek először 5 ppm (13 mg/m³) koncentráció felett jelentkeznek. Lényegesen kritikusabban reagálnak az érzékenyebb személyek, melyek esetében kisebb koncentráció is kiválthatja a légutak görcsét. Az asztmások hasonló érzékenységgel reagálnak az atmoszféra kén-dioxid-terhelésére. Irodalmi adatok szerint a kén-dioxid fiziológiai hatása a nedves légcső nyálkahártyán történő kénes sav képződésére vezethető vissza. Kénsav-aeroszol hasonlóképpen hat, súlyos esetekben tüdőödéma (tüdő sejteiben kóros folyadék-felhalmozódás) is képződhet. A levegő kén-dioxid- és szállópor-terhelésének következményeként megnő a krónikus légcsőhurutban történő megbetegedés rizikója.

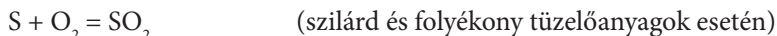
A kén oxidjai és a másodlagos reakciókban képződött származékaik a kibocsátás helyétől 100 km távolságban is károsíthatják a növényzetet, szennyezhetik a talajt és a vízkészleteket. A növényzet különösen érzékeny az SO_2 -re, mivel a növényekre a kén-dioxid közvetlenül a leveleken keresztül, valamint közvetett módon a csapadék és a talaj elsavanyodása révén hat. A levelekre lecsapódó nedvesség oldja a levegő SO_2 tartalmát, amely a klorofill megbontása útján gátolja a növényzet CO_2 asszimilációját. Közvetlen hatás útján a klorofill elszíntelenedik, végső soron a növények elsárgulása, klorózisa következik be. Végezetül a növényeken egész levélterületek pusztulhatnak el. SO_2 jelenléte az épületek tartóssága szempontjából is káros, mivel az esővel, hóval odakerülő kénessav reakcióba lép az építőipari kötőanyagokkal (pl. CaCO_3 -al) és az építményekben a fémek korrózióját okozza, az építőanyagok egy részét mállasztja.

A magas kén-dioxid-koncentráció kedvezőtlen meteorológiai viszonyok között (a fűtési szezon idején, párás, ködös időben, inverziós tényezők mellett) kedvez a füstköd (szmog) képződésének (Londoni típusú szmog (téli, redukáló hatású) szmog: az ipari és városi területeken van jelen. Fő okozója az ipar, a fűtés, valamint a gépjárművek által kibocsátott kén-dioxid (SO_2), por és koromszemcsék esetenként kénsav-cseppek. A szmog kialakulásának feltétele a magas légnyomás, magas páratartalom és a -3 – $+5^\circ\text{C}$ közötti hőmérséklet.

A kén-dioxid (SO_2) veszélyessége nemcsak saját mérgező hatásában rejlik, hanem vízgőzzel való reakciójában is, mivel vízben jól oldódik az alábbi reakció szerint:



A tüzelőanyagokban lévő kén (S) és kén-hidrogén (H_2S) kén-dioxiddá (SO_2) ég el az alábbi reakciók szerint:



Szén-oxidok

Szén-monoxid (CO)

A szén oxidvegyületei közül egyedül a szén-monoxid (CO) tekinthető emberi és állati szervezetre mérgező hatású légszennyező anyagnak. A szén-monoxid szintelen, szagtalan, rendkívül mérgező gáz, mely első-sorban a szén-, és széntartalmú vegyületek tökéletlen égése során keletkezik – főleg belső égésű motorokban – így elsődleges forrása a közlekedés.

[3] 4/2011. (I. 14.) VM-ren-delet a leve-gőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről.

4. ábra.

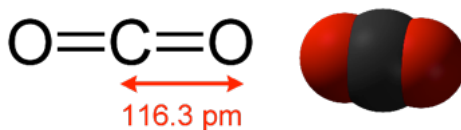


A huzamosabb időn át kis mennyiségben való belégzése halálos mérgezést okozhat, mivel adott mértékű szén-monoxid olyan mennyiségben vonja el az agytól az oxigént, mely eszméletvesztéshez, végső esetben a tartós oxigénhiány következtében az agy leállásához vezethet. Felvétele a tüdőn keresztül történik, ahol az oxigén helyére, de annál 200–250-szer erősebben kötődik a hemoglobin központi vasatomjához (CO-Hb). A vérben stabilis szén-monoxid hemoglobin (CO Hb) alakjában halmozódik fel, így már ha 0,066 térfogatszázalékban jelen van a levegőben, eszméletvesztést, majd halált okozhat (ilyen eset természetesen leginkább zárt térben fordulhat elő). Tartós hatásként a szívizmot ellátó koszorúerek keringését csökkenti, elősegíti a koszorúér-elmeszesedést, szűkíti a koszorúereket, növeli a szívinfarktus kockázatát. Akadályozza a vér oxigénszállító képességét. A szén-monoxid mérgező hatása nemcsak az oxigénhordozók számának csökkenésében nyilvánul meg, hanem a sejtekben végbemenő anyagcsere folyamatra gyakorolt specifikus toxikus hatásában is. A szén-monoxid a fentiekén túl az üvegházhatáshoz és a globális felmelegedéshez egyaránt hozzájárulhat. [3]

Szén-dioxid (CO₂)

A szén-dioxid (CO₂) (5. számú ábra) káros hatása a természetben lejátszódó folyamatokra napjaink egyik fő környezetvédelmi problémája (üvegházhatás, globális felmelegedés, klímaváltozás). Fosszilis tüzelőanyagok elégetésével nagy mennyiségben kerül a légkörbe.

5. sz. ábra

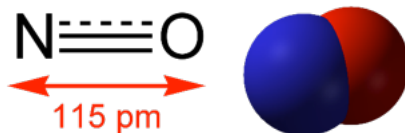


A közúti közlekedésből származik a globális CO₂-kibocsátás harmada. A szén-dioxid színtelen, kis koncentrációban szagtalan, nem mérgező gáz, mely a Föld légkörének természetes alkotója, a szén körforgalmának fontos eleme, a növényi fotoszintézis C szállítója. A tüzelőanyagokban található kémiaiilag kötött szén tökéletes égés esetén szén-dioxidot hoz létre. Bár nem tekinthető szennyezőnek, üveg-házhatású gázkén-koncentrációjának hosszú távú növekedése problémákat vet fel, ezért kibocsátását igyekeznek korlátozni. A kibocsátott szén-dioxid mennyiségének 21,5%-a közlekedésből származik. [7], [9]

Nitrogén-oxidok (NO_x)

A környező levegőben szennyezőanyagként nagyrészt nitrogén-monoxid (NO) (6. számú ábra) és nitrogén-dioxid (NO₂) (7. számú ábra) keveréke található, amelyek együttes mennyiségét a környezetvédelmi szaknyelv NO_x-nak (nitrogén-oxid) nevezi.

6. sz. ábra



A nitrogén-monoxid vízben kevésbé oldódó, igencsak reaktív és instabil gáz. A levegő oxigénjével már szobahőmérsékleten reagál és létrehozza a mérgező NO₂-t az alábbiak szerint:

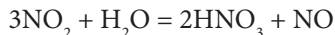
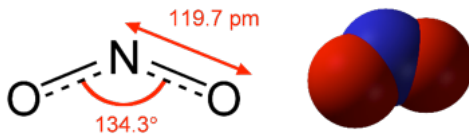


A nitrogén-dioxid ugyancsak reakcióképes gáz, vízben könnyen oldódik. Erős oxidálószer és heves reakcióba lép éghető és redukáló anyagokkal. Vízzel reagálva salétromsavat és nitrogén-oxidot képez, nedvesség jelenlétében az acélt is megtámadja.

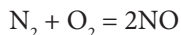
[7] Moser Miklós–Pálmai György (2006): *A környezetvédelem alapjai*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

[9] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2017): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

7. sz. ábra



Évente kb. 177 millió tonna NO_x kerül a Föld légterébe. A nitrogén-oxid-kibocsátás forrásai szempontjából az égési folyamatok meghatározóak. Fejlett ipari országokban a NO_x -kibocsátás ~40%-a a közlekedésből, ~50%-a a háztartási és ipari tüzelőberendezésekből, ~10%-a vegyipari és természetes forrásokból (biomassza, ásványi trágyák, fotokémiai reakciók) származik. A nitrogén-monoxid (amely később tovább oxidálódik nitrogén-dioxiddá) elsősorban a levegő oxigénjéből és nitrogénjéből keletkezik 1200°C feletti hőmérsékleten az alábbi reakció szerint:



Az emberi tevékenységek drasztikusan megnövelték a nitrogén-monoxid keletkezését az égésterekben (pl. gépjárművek motorjaiban, erőművek kazánjaiban stb.). A nitrogén-monoxid számos hatása ismert, elsősorban a tüdőkárosító hatása, de más szervekben is, mint pl. a lép, a máj és a vér. A nitrogén-monoxid nem ingerli a nyálkahártyákat, ám a vér hemoglobinjával nitrozo-vegyületet képez, amely gyorsan átalakul methemoglobinná, amely halálos kimenetelű methemoglobinaemiát (kékvérűséget) okozhat (megakadályozza a vér oxigén szállítását).

A nitrogén-dioxid sárgásbarna szúrósszagú a levegőnél nehezebb gáz, rendkívül erősen ingerli a nyálkahártyát, azzal érintkezve salétromos sav és végső soron salétromsav képződik, mely megmarja a tüdő alveoláris falát, amely tüdőödémához vezethet. A nyálkahártyán keletkező salétromos sav karcinogén (rákkeltő) és mutagén (génkárosító) hatást gyakorolhat az élő szervezetre.

A nitrogénmonoxid-képződést befolyásoló legfontosabb tényezők a láng hőmérséklet, az égéstermékek tartózkodási ideje a tüztérben (huzatviszonyok) és a tüzelésnél alkalmazott levegőfelesleg. Általában mindazok a tényezők, amelyek a láng hőmérsékletét növelik, elősegítik a nitrogén-monoxid mennyiségének növekedését is. Nitrogén-oxid-kibocsátás növekedése figyelhető meg például a gépjárművek megnövelt sebességénél is. A növekvő gépjárműsebességgel lineárisnál nagyobb mértékben nő az emisszió.

Az atmoszférában az antropogén nitrogén-oxid toxikus légszennyező anyag, melynek szennyező hatása azáltal lesz kritikus, hogy a szennyezés a legsűrűbben lakott területeken a legerősebb. A nitrogén-oxidok

rendkívül káros hatást válthatnak ki az élő szervezetekre, mivel a tüdő- és légúti ártalmak előidézője. A heveny mérgezés főbb tünetei a következők: nyálkahártyák helyi izgalmi tünetei, hányás, köhögési inger, fejfájás, szédülés. A tünetek 1–2 órán belül lezajlanak, majd 3–30 óra tünetmentes időszak következik. A mérgezés további szakasza igen erős köhögési ingerrel kezdődik, amelyet félelemérzés és fulladásérzet kísér. Tüdővízenyő majd másodlagos tünetként tüdőgyulladás jelentkezik. Idült hatásként fejfájás, étvágytalanság, a garat nyálkahártyáján fekélyképződés tapasztalható.

Ugyanakkor a légkör nedvességével reagálva a keletkező salétromos, illetve salétromsav szintén hozzájárul a savas csapadékok képződéséhez, ezáltal károsítva a talajt és a növényeket is és hasonló savkárokat okoznak, mint a kén-dioxid. A nitrogén-oxidok a növényekre savas csapadék, közvetlen behatás és közvetett oxidálószer (ózon (O_3), PAN (peroxi-acetil-nitrát)) hatására kialakuló fotokémiai szmog képződése útján hatnak. A közvetlen NO_x okozta károk külsőleg a sárga-barna színű levelekről és tűlevelekről ismerhetők fel. A nitrogén-oxidok, köztük az NO_2 , hozzájárul az ózonréteg elvékonyodásához. [9]

A fotokémiai szmogképződés egyik fő okozói a nitrogén-oxidok. Az NO_2 a zsúfolt nagyvárosokban a napsugárzás hatására disszociál (szétbomlik). Az NO_2 bomlása csak akkor következik be, ha a sugárzás 291–430 nm között van. Az NO_2 bomlásának eredményeképpen ózon keletkezik, mely reakció megbontja a légkör ózonegyensúlyát, reagál a levegőben lévő telítetlen szénhidrogén vegyületekkel is, mely végső soron a Los Angeles-i típusú oxidatív szmog képződéséhez vezethetnek. Ennek a reakciónak a terméke az a nitrovegyület, amely a szemirritációt okozza. A nitrogén-oxidok kibocsátásának legjelentősebb forrása a közlekedés, több mint 65%-os részaránnyal. [7]

Illékony szerves vegyületek (VOC)

A szakirodalomban VOC (Volatile Organize Compounds) néven definiált vegyületek gyűjtőfogalma alatt a levegőben előforduló szennyező szénhidrogén származékokat értjük (a metán kivételével).

A levegőben a napsugárzás hatására az illékony szerves vegyületek a nitrogén-oxidokkal reakcióba lépve részt vesznek a fotokémiai füstköd kialakulásában. Egy részük rákkeltő hatású, kibocsátásukat nemzetközi szerződések szabályozzák.

[7] Moser Miklós – Pálmai György (2006): *A környezetvédelem alapjai*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

[9] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó – Tóth Tamás – Szántó Krisztina – Tóth László (2017): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

[7] Moser Miklós
–Pálmai György
(2006): *A környezetvédelem alapjai*.
Budapest: Nemzeti
Tankönyvkiadó.

[9] Petrovickijné Dr.
Angerer Ildikó–Tóth
Tamás–Szántó Krisz-
tina–Tóth László
(2017): *Tájékoztató
Dunaújváros Megyei
Jogú Város környezeti
állapotáról*. Dunaúj-
város Megyei Jogú
Város Önkormány-
zata.

Forrásuk részben természetes, de a VOC-szennyezés meghatározó része (~70%) az autók kipufogó gázaiból ered, az üzemanyagok tökéletlen elégetésével összefüggésben. További részük (~30%) az üzemanyagok tankolása, esetleges elfolyása, illetve az üzemanyag tankokból történő párolgásból származik. Amennyiben egyes vegyületei a születés körüli időszakban kerülnek az emberi szervezetbe, súlyos felnőttkori következményei lehetnek. Közvetlen hatásként fejfájást, hányingert és szédülést idézhet elő. Az illékony szerves vegyületek kibocsátásának 39%-a 2007-ben Magyarországon a közlekedésből eredt. [7]

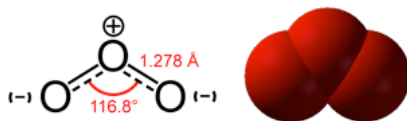
Policiklikus aromás szénhidrogének (PAH)

A szakirodalomban általában rövidített névvel PAH-ok (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) szereplő policiklikus aromás szénhidrogének nagy molekulású, 4–7 benzolgyűrű összekapcsolódásából eredő vegyületek gyűjtőfogalma. Főleg a gépkocsik kipufogógázaikban (mintegy 30 féle PAH-vegyület fordul elő), a különböző szerves anyagok nagyobb hőmérsékletű ($T > 700^\circ\text{C}$) kezelésénél (égetés, elgázosítás, hőbontás, stb.) képződő antropogén eredetű szerves gázszennyezők. A vegyületcsalád (PAH-ok) több tagja bizonyítottan rákkeltő, mutagének (génkárosító) és károsítják az immunrendszert. Ha a születés körüli időszakban jutnak be a szervezetbe, életre szólóan megváltoztathatják a hormonok termelését. Nitrogén-oxidok jelenlétében Nitro-PAH keletkezik belőlük. Ködkatasztrófák során emelkedő Nitro-PAH koncentrációt mértek. A legismertebb PAH-ok közé a benzapirén (BaP), a benzantracén, a ciklopentopirén, a dibenzantracén és az 1-metil-fenantrén tartozik. A BaP az egyik legveszélyesebb vegyület, a WHO (Egészségügyi Világszervezet) szerint az I. veszélyességi kategóriába tartozik, egészségügyi határértéke lakóterületen 1 ng/m^3 [9]

Ózon (O_3)

Földünk légkörének körülbelül 20 térfogatszázaléka oxigén. Azonban a stabil kétatomos formán kívül létezik az oxigénnek egy sokkal reaktívabb háromatomos (O_3) (8. számú ábra) változata is, mely jellemzően a magas légkörben, a sztratoszférában fordul elő. Az ózon kékes színű, jellegzetes szagú, erősen mérgező korrozív anyag, gyakori szennyező. A szagára jellemző, hogy még 500 ezerszeres hígításban is érezhető.

8. sz. ábra



Folyékony állapotban sötétkék, szilárdan pedig ibolyaszínű. Igen erőteljes oxidálószer, könnyen bomlik, és a belőle felszabaduló atomos oxigén agresszívan reagál környezetével. A troposzférikus (felszín közeli) ózon részben a sztratoszférából származik, részben magában a troposzférában keletkezik. A troposzféra egészében az ózon biológiai forrásokból származó vegyületekből is képződik, másodlagos szennyezőanyagként pedig napfény hatására fotokémiai úton, láncreakcióban a kipufogógázokban található nitrogén-dioxidból képződik, elsősorban a forgalommal erősen terhelt városi közlekedési csomópontoknál, forgalmas utak mentén. A felszín közeli ózon koncentrációjának emelkedése számos kedvezőtlen egészségügyi hatást idéz elő. Különösen veszélyesek, egészségkárosítóak, rákkeltők az ózon másodlagos termékei, melyek hasonlóan oxidatív szennyezők (ilyen például az erősen mérgező PAN, azaz peroxi-acetil-nitrát, illetve a mérgező és rákkeltő aldehidek). Az ilyen anyagokat tartalmazó levegő izgatja az emberek, állatok szemét és nyálkahártyáját. Az ózon igen agresszív, oxidáló anyag, erős sejtkárosító hatása van, ezáltal a nagy ózonkoncentráció mindenfajta szervezet sejtjeit elpusztítja. Mivel vízben csak mérsékelten oldódik, ezért belélegzéskor mélyen lekerülhet a tüdőbe, ahol elpusztítja a tüdőszöveteket és akut légzőszervi panaszokat, tüdőkapacitás-elváltozást, megnövekedett légúti érzékenységet, légúti gyulladást, tüdőödémát okoz. A tüdőben meggátolja az ott lévő makrofágok (fehérvérsejtek) működését, valamint különböző enzimek működését is. Az ózon magas koncentrációja fokozott fizikai fáradtságot, köhögést, a szájbán, az orrban, a torokban szárazságérzést, a szem kivörösödését, könnyezését, duzzadását válthatja ki. Már rövid ideig tartó magas ózonkoncentrációjú levegőben való tartózkodás is elegendő lehet ahhoz, hogy légúti gyulladást okozzon. A tünetek azonban a koncentráció csökkenésével enyhülnek. Az ózon a tüdőkapacitás csökkenésén túl gyengítheti a baktérium- és vírusfertőzésekkel szembeni ellenálló képességet. Ezen túl az ózon közvetlenül árt a növényeknek is, hiszen oxidálja, pusztítja azok zöld leveleit, virágait. 20 ppb PAN-koncentráció esetén már néhány óra után a fákön és egyéb növényeken rozsdabarna foltok jelennek meg, a levél felszíne elszíntelenedik (fotooxidáció), gátolja a fotoszintézist és a gyökérlégzést, ami szintén a növény pusztulásához vezethet. Már 60 ppm ózon a felére csökkenti a fotoszintézis mértékét egyes növényeknél. Az ózon a Los Angeles-típusú, fotokémiai szmog alkotórésze. [9]

[9] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2017): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

[9] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2017): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

Aprószemcsés anyagok, porok (PM)

A porok levegőben – mint közegben – diszpergált (elosztatott) állapotban előforduló, folyékony vagy szilárd halmazállapotú részecskék. Az aeroszol-részecskék élettartama néhány perctől akár több hónapos időtartamig terjedhet a részecskék méretétől és tömegétől függően. Méretük az ezred mikrométer nagyságrendtől a milliméterig terjed. Az egészségre gyakorolt hatásuk függ a méretüktől, ugyanis a nagyobb méretű szemcséket az orrunkban lévő csillószőrzet kiszűri, míg az egészen kicsik lejutnak a tüdő mélyére, így káros hatást fejthetnek ki úgy az élő szervezetekre, mint környezetünk elemeire.

Fiziológiai szempontból az 5 µm-nél kisebb szemcsenagyságú szállópor-részecskék különösen veszélyesek lehetnek, mivel a szemcseméret csökkenésével a részecskék egyre inkább hajlamosak a gázokhoz hasonlóan kiterjedni. Az emberi hörgő, légcső (bronchus) nem képes azokat a belélegzett levegőből kiszűrni, így a tüdőbe bekerülve ott lerakódhatnak. Különösen ártalmasak, ha toxikus komponenseket (szilikátok, azbeszt, nehézfémek, korom) tartalmaznak, melyek nagy része rákkeltő. Egységes egészségügyi határérték megállapítása igen bonyolult, mert sok aeroszol-képző anyag már egészen kis mennyiségben is nagyon káros lehet. Ezek belélegzés útján kerülnek a szervezetbe és tartós expozíció mellett a szilikáttartalmú porok *szilikózist* (tüdő hegesedése), az azbeszttartalmúak *azbesztózist* (a tüdő alakú azbesztpor kilyuggatja a tüdő szöveteit), a vastartalmúak pedig *sziderózist* (vaslerakódás) okozhatnak.

A közúti forgalom is felelős a levegőben megtalálható azbesztszennyezésért (a fém- és kuplungtárcsák kopása következtében). A légköri aeroszolak képződésében nagy szerepe van a gépjárműforgalomnak. A dízel üzemű járműveknek számottevő az aeroszol kibocsátása. A városi aeroszolak összetétele nehezen meghatározható, a részecskékre rátapadnak egyéb szennyezők pl. PAH-ok, nehézfémek.

Az Egészségügyi Világszervezet nem ad meg határértéket a közlekedésből (elsősorban a dízelüzemű járművekből) származó részecskék koncentrációjára, mert álláspontja szerint nem létezik olyan alacsony koncentráció, amely biztosan nem károsítja az egészséget. [9] Az 1. táblázat a levegőben szuszpendált részecskék átmérő szerinti csoportosítását tartalmazza.

1. táblázat. Szuszpendált részecskék csoportosítása átmérő szerint. [8]

Átmérő	Egészségre kifejtett hatás
>100 μm	A felső légutakban kiszűrődnek, ezért nincs számottevő egészségkárosító hatásuk
2,5 – 10 μm ($\text{PM}_{2,5-10}$) – durva részecske	lejutnak az alsó légutakba
<2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) – finom részecske	lejutnak az alsó légutakba, az alveolusokba
<0,1 μm ($\text{PM}_{0,1}$) – ultrafinom részecske	lejutnak az alsó légutakba, az alveolusokba

Forrás: Botyánszki Tamás: Fenntartható közlekedés Dunaújvárosban [11]

A legnagyobb kibocsátó 43%-os részesedésével a közlekedés: a szilárdanyag-kibocsátás a tökéletlen égésből származik, és főleg a dízel üzemű gépjárműveknél jelentős, de a gumikopásból és a fékek kopásából adódó kibocsátás is számottevő. A szilárd anyagok – a kén-dioxid magas koncentrációja mellett – lassú légmozgás és alacsony hőmérséklet esetén a téli füstköd előidézői lehetnek. [7]

KIPUFOGÓGÁZ-EMISSZIÓ KORLÁTOZÁSA

A járművek károsanyag-kibocsátása megfelelő jogszabályi környezet kialakításával, közlekedési környezetvédelmi intézkedésekkel is mérsékelhető.

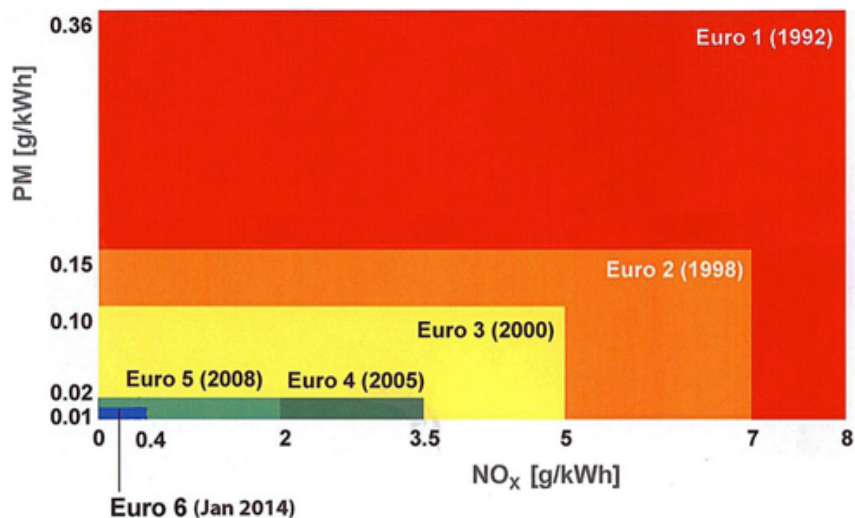
[7] Moser Miklós–Pálmai György (2006): *A környezetvédelem alapjai*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

[8] Sárvári Attila (2011): *Környezetegészségtan*. Debreceni Egyetem, TÁ-MOP 4.2.5. Pályázat könyvei.

[11] Botyánszki Tamás (2016): *Fenntartható mobilitás Dunaújvárosban*. XXXIII. Országos Tudományos diákköri Konferencia.

[11] Botyánszki Tamás (2016): *Fenntartható mobilitás Dunaújvárosban*. XXXIII. Országos Tudományos diákköri Konferencia.

9. sz. ábra. Az autóbuszokra vonatkozó NO_x és PM kibocsátási határértékek időbeli változása



Forrás: Botyánszki Tamás: *Fenntartható közlekedés Dunaújvárosban* [11]

Az Európai Közösségek tagállamaiban már a '70-es években hatályba lépett az UNECE R15 előírás, mely a 3,5 tonna alatti járművek emisszióját szabályozta. A '90-es évek elejétől már hazánkban is korlátozzák a károsanyag-kibocsátást az EU nemzetközi érvényű direktívái.

Az előírások rögzítik az egyes járműkategóriára vonatkozó értékeket, melyek a legelső bevezetésüktől számítva az eltelt évek során igen jelentős mértékben csökkentek (2. sz. ábra).

A következő táblázat összefoglalja a nehéz gépjárművek (autóbuszok) károsanyag-emissziójára vonatkozó, az EU előírásai szerinti határértékeket.

2. sz. táblázat. Az autóbuszok károsanyag-emissziójára vonatkozó határértékek változása.

	Év	CO	HC	NO _x	PM	Füst
Kategória		g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	m ⁻¹
Euro I	1992. < 85 kW	4.5	1.1	8.0	0.612	
	1992. > 85 kW	4.5	1.1	8.0	0.36	
Euro II	1996. október	4.0	1.1	7.0	0.25	
	1998. október	4.0	1.1	7.0	0.15	
Euro III	1999. október (csak EEV)	1.0	0.25	2.0	0.02	0.15
	2000. október	2.1	0.66	5.0	0.10	0.8
Euro IV	2005. október	1.5	0.46	3,5	0.02	0.5
Euro V	2008. október	1.5	0.46	2.0	0.02	0.5
Euro VI	2014. január	1.5	0.13	0.4	0.01	

Forrás: Botyánszki Tamás: Fenntartható közlekedés Dunaújvárosban [11]

[11] Botyánszki Tamás (2016): *Fenntartható mobilitás Dunaújvárosban*. XXXIII. Országos Tudományos diákköri Konferencia.

Dunaújváros levegőszennyezettsége

DUNAÚJVÁROS LÉGSZENNYEZETTSÉGI OSZTÁLYBA SOROLÁSA

A levegő védelméről szóló 306/2010. (XII. 23.) Korm. rendelet alapján az ország területét a légszennyezettség alapján zónákba kell sorolni, melynek kritériumait és a különböző zónatípusokhoz (A-F) tartozó határértékeket a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről szóló 4/2011. (I. 14.) VM rendelet tartalmazza. A légszennyezettségi agglomerációk és zónák kijelöléséről szóló 4/2002. (X. 7.) KvVM rendelet Dunaújvárost és környékét az 5. légszennyezettségi agglomerációba és a 3. táblázatban összefoglalt zónákba sorolta.

[4] 4/2002. (X. 7.) KvVM-rendelet a légszennyezettségi agglomerációk és zónák kijelöléséről.

3. sz. táblázat. Dunaújváros levegőminősége.

Légszennyezettségi agglomeráció	Kén-dioxid	Nitrogén-dioxid	Szén-monoxid	PM10	Benzol	Talajközeli ózon
5. Dunaújváros környéke	F	C	D	D	F	O-I

Forrás: 4/2002. (X. 7.) KvVM-rendelet [4]

Az egyes betűjelek a legrosszabb B-től kezdődően egyre alacsonyabb szennyezettségi szintet jelentenek. Dunaújvárosban a légszennyezettség csökkentésére levegővédelmi intézkedési terv is készült. [4]

DUNAÚJVÁROS LÉGSZENNYEZETTSÉGÉNEK BEMUTATÁSA

Dunaújvárosban a város ipari jellégéből adódóan az ipari eredetű légszennyezés hatása a meghatározó, ugyanakkor a motorizáció folyamatos növekedésével a közlekedési eredetű levegőszennyezés hatása szintén jelentős, főként a forgalmas utak mentén és a közlekedési csomópontoknál.

A levegőminőség mérését, értékelését az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) végzi. A hálózat alapvetően két részből áll: az automata állomások folyamatos mérést végeznek, melyek a légszennyező komponensek széles körét ölelik fel; a manuális hálózat (RIV) pontjain gyűjtött minták elemzése laboratóriumban történik. Dunaújvárosban jelenleg manuális módszerrel csak a nitrogén-dioxid-koncentráció mérése történik. A levegő szennyezettségének mérését Dunaújvárosban a Köztársaság út 14. szám alatt a Dózsa György Általános Iskola udvarán lévő automata konténerállomás, valamint a város három pontján (*Papírgyári út, Lajos király körút, Városháza tér*) elhelyezett manuális mintavevő rendszer segítségével mérik, melyeknek tájékoztató adatait az 1–2. számú mellékletek tartalmazzák.

Az automata mérőállomás a *kén-dioxid* és a *nitrogén-dioxid* mellett más fontos levegőminőségi paramétereket, így a *nitrogén-oxid*, nitrogén-monoxid, a *szén-monoxid*, az *ózon*, valamint a *szálló por* (PM_{10}) koncentrációját is méri. 2016. évtől kezdődően a mérési paraméterek kibővültek a *benzol* és a $PM_{2,5}$ koncentrációira is, ami jelenleg még teszüzemben működik.

A légszennyezettség egészségügyi határértékeit, a kisméretű szálló porra (PM_{10}) vonatkozó, szmogriadó elrendelésére lehetőséget adó tájékoztatási- és riasztási küszöbértékeket és az ezzel kapcsolatos tennivalókat a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről szóló 4/2011. (I. 14.) VM rendelete szabályozza.

Egészségügyi határérték: az emberi egészségre gyakorolt káros hatások elkerülése, megelőzése vagy csökkentése céljából, a tudományos ismeretek alapján meghatározott, tartós egészségkárosodást nem okozó levegőterheltség szintje. [2]

Légszennyezettségi határérték: az emberi egészségre, illetve az ökológiai rendszerre gyakorolt káros hatások elkerülése, megelőzése vagy csökkentése céljából, a tudományos ismeretek alapján meghatározott levegőterheltségi szint, amelyet jogszabályban vagy hatósági határozatban előírt időtartamon belül el kell érni, és elérése után nem szabad túllépni. [2]

A füstköd (szmog) helyzetre vonatkozó küszöbértékek:

Tájékoztatási küszöbérték: az a légszennyezettségi szint, amely felett a rövid idejű expozíció veszélyt jelent az emberi egészségre a lakosság valamely különösen érzékeny csoportja tekintetében, – így különösen gyermeknél, időskorúaknál, betegeknél – és amelynél a lakosság azonnali és megfelelő tájékoztatása szükséges.

Riasztási küszöbérték: az a légszennyezettségi szint, amely felett a rövid idejű expozíció veszélyt jelent az emberi egészségre, és amelynél azonnali intézkedéseket kell tenni. [2], [3]

A hivatalos, légszennyezettségi-index alapján történő levegőminőség-értékelést az OMSZ Levegőtisztaság-védelmi Referencia Központban működő Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat adja meg az egész országra és köztük Dunaújvárosra is.

A város levegőminőségének összesített értékelését egy 5-fokozatú skálán adják meg, melynél az 1-es a „kiváló”, az 5-ös az „erősen szennyezett” levegőt jelöli. Ezen értékelési módszer alapján a levegő minőségét a 4. számú táblázat tartalmazza.

[2] 306/2010. (XII. 23.) Kormányrendelet a levegő védelméről.

[3] 4/2011. (I. 14.) VM-rendelet a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről.

[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

4. sz. táblázat. Dunaújváros levegőminősége a légszennyezettségi index alapján.

Év	Légszennyezettségi index							
	SO ₂ kén-dio- xid	NO ₂ nitro- gén-di- oxid	NO _x nitro- gén-oxid	PM ₁₀ szálló por	CO szén-mo- noxid	O ₃ ¹ ózon	Ülepedő por	Összesített (a legmaga- sabb indexű komponens alapján)
2011.	Kiváló (1)	Jó (2)	Kiváló ³ (1)	Megfelelő (3)	Kiváló (1)	Megfelelő (3)	- ²	Megfelelő (3)
2012.	Kiváló (1)	Jó (2)	Kiváló ³ (1)	Jó (2)	Kiváló (1)	Jó (2)	- ²	Jó (2)
2013.	Kiváló (1)	Jó (2)	Kiváló ³ (1)	Jó (2)	Kiváló (1)	Jó (2)	- ²	Jó (2)
2014.	Kiváló (1)	Jó (2)	Jó ³ (2)	Jó (2)	Kiváló (1)	Kiváló (1)	- ²	Jó (2)
2015.	Kiváló (1)	Jó (2)	Kiváló ³ (1)	Jó (2)	Kiváló (1)	Jó (2)	- ²	Jó (2)
2016.	Kiváló (1)	Jó (2)	Kiváló ³ (1)	Jó (2)	Kiváló (1)	Jó (2)	- ²	Jó (2)
2017.	Kiváló (1)	Jó (2)	Jó ³ (2)	Jó (2)	Kiváló (1)	Jó (2)	- ²	Jó (2)

A 90%-os adatrendelkezésre-állás kritériumát teljesítő adatokat vastag betűvel jelöltük.
18 órás futó átlag napi maximumainak átlaga, egy naptári éven belül. [10]

A város légszennyezettségi indexe 2011. évben „megfelelő” (3) minősítést kapott, 2012. évtől kezdődően pedig évek óta változatlanul „jó” (2) minősítésű, mivel a le-
vegő minősége minden egyes mért légszennyező-komponens esetében „kiváló” (1),
vagy „jó” (2) minősítést kapott.

Az 5. számú táblázat a manuális mérőrendszer Kormányhivatal által kiértékelte,
csupán tájékoztatás céljára szolgáló adatait tartalmazzák.

5. sz. táblázat. Dunaújváros területén működő manuális mérőhálózat éves kiértékelt adatai.

manuális mérőhálózat adatai és mérőhelyei Dunaújvárosban	NO ₂					
	Dunaújváros összes mérőpont együtt			Papírgyári út 4-6.	Lajos király körút 26.	Városháza tér 2.
	2015.	2016.	2017.			
minimum (µg/m ³)	0	0	<1	<1	<1	<1
maximum (µg/m ³)	68	50	78	44	78	67
átlag (µg/m ³)	19,02	8,40	16,43	12,75	18,1	18,43
gyakorlati (db)	696	768	882	310	237	335
elméleti (db)	825	1 083	1095	365	365	365
adatrendelkezés (%)	95,56	70,91	80,55	84,93	64,93	91,78
határérték átlépés (db)	0	0	0	0	0	0
határérték átlépés (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Minősítés	kiváló	kiváló	kiváló	kiváló	kiváló	kiváló
Határérték (µg/m ³)	85	85	85	85	85	85

[10]

A 5. számú táblázatot elemezve jól látható, hogy a manuális mérések eredményei szerint a nitrogén-dioxid koncentrációja az utóbbi években nem lépte túl az egészségügyi határértéket. A mért koncentráció éves átlagértéke kis mértékben, de folyamatosan javul. A Kormányhivatal értékelése alapján 2015. óta nitrogén-dioxid vonatkozásában Dunaújváros levegőminősége „kiváló” minősítést kapott a manuális mérési rendszer éves eredményeit figyelembe véve. A tájékoztató 2. számú mellékletében található mérőhelyenkénti szennyezettséget ábrázoló grafikonokból és az 5. számú táblázat adataiból jól látszik, hogy a jelenlegi mérési pontok közül összességében a nitrogén-dioxid legmagasabb koncentrációit a Lajos király körútnál és a Városháza térnél mérték. Az utóbbi néhány évben azonban a Papírgyári útnál is megemelkedett a koncentráció, de minden esetben az egészségügyi határérték alatt maradt. Mindkét helyen forgalmas közlekedési csomópont található.

A Dunaújváros légszennyezettségének hitelesített adatai megtalálhatóak az OLM Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat) honlapján a <http://levegominoseg.hu/automata-merohalozat> oldalon.

[10] Perovic-kijné Dr. Angerer Il-dikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról.* Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

Az automata mérőállomás adatait a *1. számú melléklet*, valamint az 6–25. számú táblázatok tartalmazzák, melyek kiértékelését az alábbiakban mutatjuk be. Az eredményekből jól látszik, hogy a kén-dioxid éves koncentrációi alatta maradnak a jogszabályban meghatározott egészségügyi határértéknek.

A nitrogén-dioxid, a nitrogén-oxidok és a szálló por átlagkoncentrációja szintén az egészségügyi határérték alatt van. Dunaújvárosban nem fordultak elő határérték-túllépések az éves SO₂-átlagkoncentrációk tekintetében. A szén-monoxid koncentrációja városunkban határérték alatti. A nitrogén-monoxid-szennyezettség alacsony értékeket mutat a városban. A jogszabályban erre a légszennyezőre nincs megállapítva külön határérték. Az utóbbi években az ózon koncentrációja sem lépte túl az éves egészségügyi határértéket. A nyári időszakban az ózonkoncentráció a korábbi években túllépte a megengedett egészségügyi határértéket (az utóbbi években nem történt túllépés).

Összességében ugyanakkor az éves átlagokat tekintve 2017-ben a mért koncentrációk alapján Dunaújváros levegőjének minősége „jó” minősítést kapott.

Kén-dioxid (SO₂) szennyezettség

A Dunaújvárosban mért adatokat elemezve megállapítható, hogy a kén-dioxid-koncentrációk alacsony értékeket mutatnak néhány, kimagasló, rövid ideig tartó csúcstól eltekintve. Ugyanakkor a legmagasabb órás értékek is alig érik el a határérték felét (250 µg/m³, mely egy naptári év alatt 24-nél többször nem léphető túl).

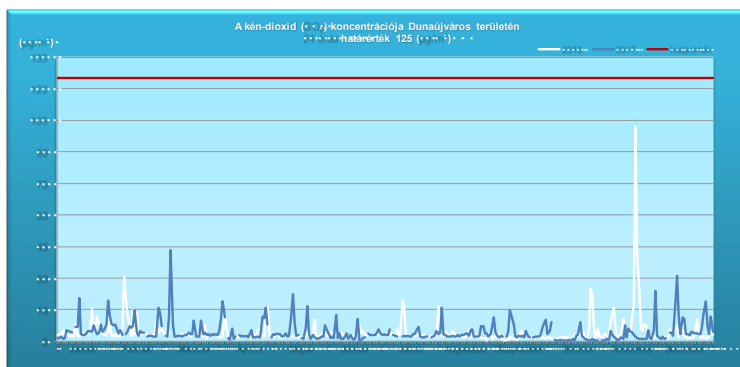
A legmagasabb 24 órás érték jóval az egészségügyi határérték alatt maradt. (125 µg/m³, mely egy naptári év alatt 3-nál többször nem léphető túl) Az éves átlagértékek tekintetében még nem történt határérték- (50 µg/m³) túllépés.

Az elmúlt években a tájékoztatási (400 µg/m³ három egymást követő órában) és a riasztási (500 µg/m³ három egymást követő órában, vagy 72 órán túl meghaladott 400 µg/m³) küszöbértéket sem lépte még túl a kén-dioxid koncentrációja, sőt jóval alatta maradt ezen értékeknek.

Az órás átlagok alapján a korábbi években előfordult, hogy Dunaújváros levegőjének minősége „szennyezett” minősítésű volt (2017-ben „jó”), a 24 órás átlagok esetében pedig „megfelelő” minősítést kapott (2017-ben „kiváló”), mégis összességében elmondható, hogy kén-dioxid tekintetében a város levegőjének minősítése „kiváló” volt az éves átlagok alapján.

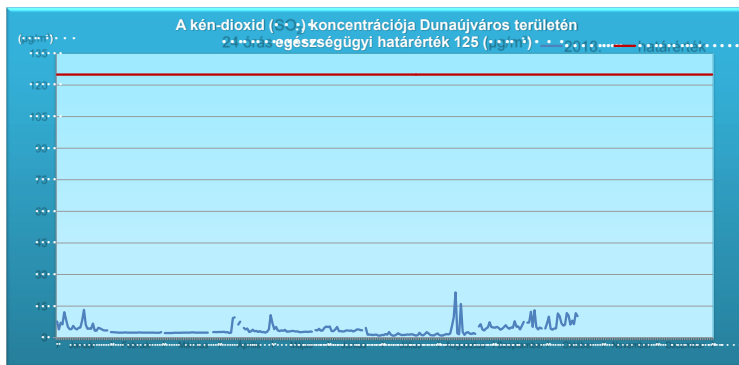
Az *1. számú diagramon* – mely a legutóbbi két teljes évet ábrázolja – jól látható, hogy a kén-dioxid koncentrációja az egészségügyi határérték alatt maradt, értéke 0 és 45 µg/m³ között ingadozott (2016 novemberében volt egy kiugró érték, mikor 101,7 µg/m³-t mért a műszer). Az automata mérőállomás telepítése óta mért adataiból készített diagramok pedig az *1. számú mellékletben* láthatóak.

1. sz. diagram. A kén-dioxid légszennyező gáz 2016. és 2017. évi 24 órás átlagkoncentrációi az egészségügyi határértékhez viszonyítva.



A 2. diagram a kén-dioxid légszennyező gáz 2018. évi 24 órás átlagkoncentrációit mutatja be, az egészségügyi határértékhez viszonyítva.

2. sz. diagram: A kén-dioxid légszennyező gáz 2018. évi 24 órás átlagkoncentrációi az egészségügyi határértékhez viszonyítva. [10]



Az 2. diagramon jól látható, hogy a kén-dioxid 24 órás átlagkoncentrációi a 125 µg/m³ egészségügyi határérték alatt voltak a 2018. évben. A 24 órás átlagkoncentrációk 2018. év október végéig pedig 0 és 20 µg/m³ között ingadoztak, mely csökkenést mutat a korábbi évekhez képest.

[10] Petrovic-kijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.*

6. sz. táblázat. A kén-dioxid legmagasabb mért koncentrációi, határérték-túllépései és légszennyezettségi indexe.

SO ₂	órás (250 µg/m ³)		24 órás (125 µg/m ³)		éves (50 µg/m ³)		Légszennyezettségi index
	maximum (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	maximum (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	átlag (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	
2011.	348,3	6	92,3	0	10,80	0	kiváló jó megfelelő szennyezett erősen szennyezett
2012.	469,9	2 ¹	88,2	0	17,13	0	
2013.	242,6	0	107,0	0	19,59	0	
2014.	258,0	2	146,8	2	19,53	0	
2015.	23,8	0	8,7	0	0,80	0	
2016.	169,4	0	101,7	0	4,16	0	
2017.	124,4	0	43,2	0	4,33	0	

Megj.: A 2014. év második felében műszercsere történt, mely pontosabb mérést tesz lehetővé.

Megj.: A 90%-os adatrendelkezésre-állás kritériumát teljesítő adatokat vastag betűvel jelöltük.

¹2 db túllépés feltehetően műszerhiba miatt következett be.

7. sz. táblázat. A kén-dioxid órás adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

SO ₂	órás adatok										adathiány		adatren- delkezésre- állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennyezett		Erősen szeny- nyezett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	8 506	97,09	63	0,72	12	0,14	6	0,07	0	0,00	174	1,99	98,01%
2012.	8 499	96,74	78	0,89	0	0,00	2	0,02	0	0,00	206	2,34	97,66%
2013.	8 149	93,01	82	0,94	2	0,02	0	0,00	0	0,00	528	6,03	93,97%
2014.	7 523	85,87	117	1,34	18	0,21	2	0,02	0	0,00	1 101	12,57	87,43%
2015.	7 619	86,97	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1 141	13,03	86,97%
2016.	8 619	98,11	17	0,19	0	0,00	0	0,00	0	0,00	149	1,70	98,30%
2017.	8 636	98,58	2	0,02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	122	1,39	98,61%

8. táblázat. A kén-dioxid 24 órás adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján

SO ₂	24 órás adatok										adathiány		adatrendel- kezésre- állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennyezett		Erősen szenny- nyezett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	357	97,81	7	1,92	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	99,73%
2012.	354	96,72	9	2,46	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,82	99,18%
2013.	346	94,79	15	4,11	1	0,27	0	0,00	0	0,00	3	0,82	99,18%
2014.	279	76,44	37	10,14	1	0,27	2	0,55	0	0,00	46	12,60	87,40%
2015.	329	90,14	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	36	9,86	90,14%
2016.	354	96,72	0	0,00	1	0,27	0	0,00	0	0,00	11	3,01	96,99%
2017.	348	95,34	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	17	4,66	95,34%

[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

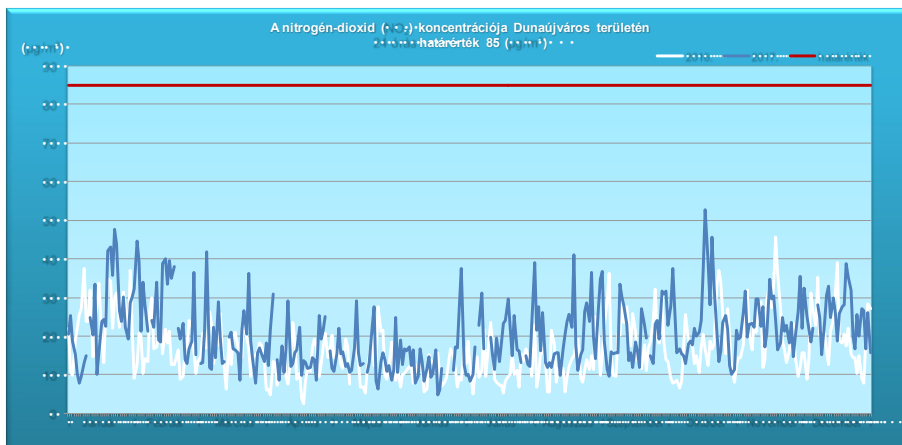
Nitrogén-dioxid (NO₂) szennyezettség

A nitrogén-dioxid legmagasabb órás koncentrációjánál a túllépések száma 2017-ban 12 db volt, 2016-ban 10 db (az egészségügyi határérték 100 µg/m³, mely egy naptári év alatt 18-nál többször nem léphető túl). A legmagasabb 24 órás koncentrációkat tekintve ez idáig határérték- (85 µg/m³) túllépés nem történt. Az éves átlagértékeknel szintén nem volt határérték- (40 µg/m³) túllépés, sőt a legmagasabb éves koncentráció is csak a határérték felét érte el. A tájékoztató (350 µg/m³ három egymást követő órában) és riasztási (400 µg/m³ három egymást követő órában, vagy 72 órán túl meghaladott 350 µg/m³) küszöbértékeknek a felét sem érte el a koncentráció egyik évben sem. Előfordult ugyan, hogy Dunaújváros levegőjének minősége az órás átlagok tekintetében „szennyezett” minősítést kapott (2017-ban 12 alkalommal, mely az adatoknak csupán 0,14%-a), ugyanakkor a 24 órás átlagoknál (2011-ben 2, 2012-ben 3, 2015-ben 2 alkalommal „megfelelő” minősítésű volt, az összes többi évben pedig „jó”). Összességében az éves átlagok alapján a város levegőjének minősége nitrogén-dioxid tekintetében „jó” minősítésű volt.

A 3. diagramon – mely a legutóbbi két évet öleli fel – jól látható, hogy a nitrogén-dioxid koncentrációja az egészségügyi határérték alatt maradt, értéke 0 és 60 µg/m³ között ingadozott. Az automata mérőállomás telepítése óta mért adataiból készített diagramok pedig az 1. számú mellékletben láthatóak.

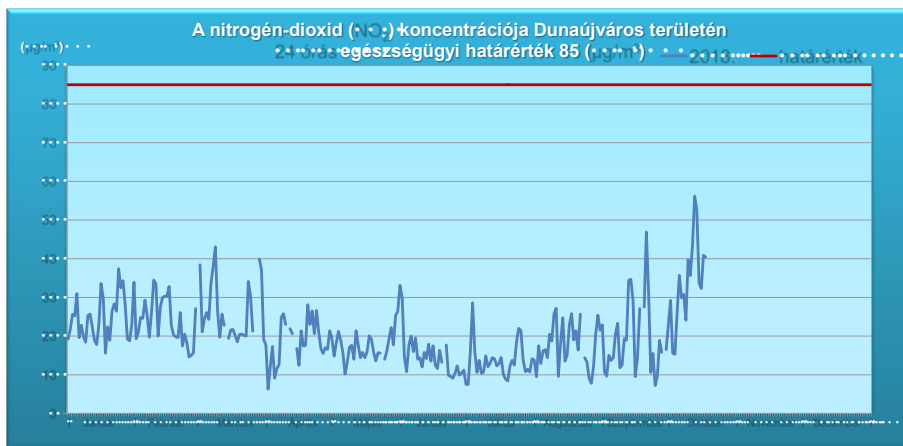
[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

3. sz. diagram. A nitrogén-dioxid légszennyező gáz 2016. és 2017. évi 24 órás átlagkoncentrációi az egészségügyi határértékhez viszonyítva.



A 4. diagram a nitrogén-dioxid légszennyező gáz 2018. évi 24 órás átlagkoncentrációit mutatja be, az egészségügyi határértékhez viszonyítva.

4. sz. diagram: A nitrogén-dioxid légszennyező gáz 2018. évi 24 órás átlagkoncentrációi az egészségügyi határértékhez viszonyítva. [10]



A 4. diagramon jól látható, hogy a nitrogén-dioxid 24 órás átlagkoncentrációi a 85 µg/m³ egészségügyi határérték alatt voltak a 2018. évben is. A 24 órás átlagkoncentrációk 2018. év október végéig 5 és 55 µg/m³ között ingadoztak. A legmagasabb mért 24 órás átlagkoncentráció az egészségügyi határérték 60%-a körül alakult.

9. sz. táblázat. A nitrogén-dioxid legmagasabb mért koncentrációi, határérték-túllépései és légszennyezettségi indexe.

NO ₂	órás (100 µg/m ³)		24 órás (85 µg/m ³)		éves (40 µg/m ³)		Légszennyezettségi index
	maximum (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	maximum (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	átlag (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	
2011.	141,8	82	77,8	0	21,35	0	kiváló jó megfelelő szennyezett erősen szennyezett
2012.	177,0	15	68,7	0	21,49	0	
2013.	119,0	6	45,8	0	19,57	0	
2014.	129,0	10	60,4	0	25,63	0	
2015.	144,7	23	78,7	0	20,51	0	
2016.	127,4	10	45,6	0	16,75	0	
2017.	137,1	12	52,7	0	20,58	0	

Megj.: A 90%-os adatrendelkezésre-állás kritériumát teljesítő adatokat vastag betűvel jelöltük.

[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról.* Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

10. sz. táblázat. A nitrogén-dioxid óras adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

NO ₂	órás adatok										adathiány		adat- rendel- kezésre- állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennye- zett		Erősen szennye- zett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	7 895	90,12	613	7,00	87	0,99	82	0,94	0	0,00	84	0,96	99,04%
2012.	7 832	89,15	864	9,83	37	0,42	15	0,17	0	0,00	37	0,42	99,58%
2013.	8 005	91,37	598	6,83	19	0,22	6	0,07	0	0,00	133	1,52	98,48%
2014.	7 322	83,57	988	11,28	26	0,30	10	0,11	0	0,00	415	4,74	95,26%
2015.	7 765	88,64	838	9,57	55	0,63	23	0,26	0	0,00	79	0,90	99,10%
2016.	8 228	93,67	489	5,57	17	0,19	10	0,11	0	0,00	40	0,46	99,54%
2017.	7 855	89,67	682	7,79	53	0,61	12	0,14	0	0,00	158	1,80	98,20%

11. sz. táblázat. A nitrogén-dioxid 24 óras adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

2011.	329	90,14	33	9,04	2	0,55	0	0,00	0	0,00	1	0,27	99,73%
2012.	332	90,71	31	8,47	3	0,82	0	0,00	0	0,00	0	0,00	100,00%
2013.	346	94,79	16	4,38	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,82	99,18%
2014.	282	77,26	57	15,62	0	0,00	0	0,00	0	0,00	26	7,12	92,88%
2015.	325	89,04	36	9,86	2	0,55	0	0,00	0	0,00	2	0,55	99,45%
2016.	355	96,99	10	2,73	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,27	99,73%
2017.	317	86,85	31	8,49	0	0,00	0	0,00	0	0,00	17	4,66	95,34%

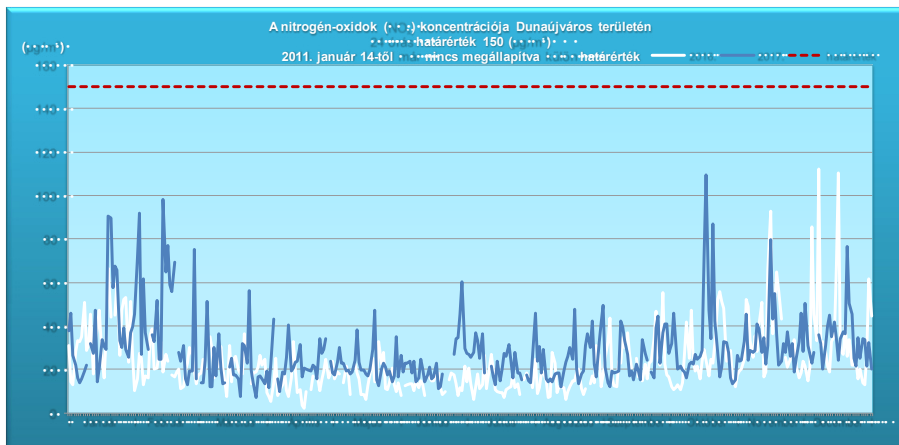
[10]

Nitrogén-oxid (NO_x) szennyezettség

A nitrogén-oxidokra a 4/2011. (I. 14.) VM-rendeletben már nincs külön határérték megállapítva. A levegőben mért koncentrációk óras, 24 órás és éves értékeit az alábbi diagram és táblázatok mutatják.

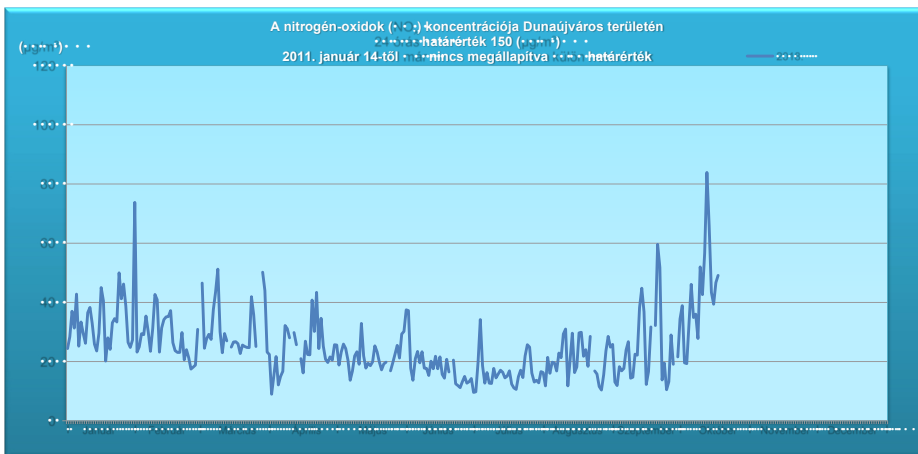
Az alábbi ábrán – mely a legutóbbi két évet mutatja be – jól látható, hogy a nitrogén-oxidok koncentrációja alacsony, értéke 0 és 120 µg/m³ között ingadozik. Az automata mérőállomás telepítése óta mért adataiból készített diagramok pedig az 1. számú mellékletben láthatóak.

5. sz. diagram. A nitrogén-oxidok 24 órás átlagkoncentrációi 2016. és 2017. években. [10]



A 6. diagram a nitrogén oxidok 24 órás átlagkoncentrációit mutatja be 2018. október végéig.

6. sz. diagram.



12. sz. táblázat. A nitrogén-oxidok legmagasabb mért koncentrációi, határérték-túllépései és légszennyezettségi indexe.

NO _x	órás (200 µg/m ³) ¹		24 órás (150 µg/m ³) ¹		éves (70 µg/m ³) ¹		Légszennyezettségi index
	maximum (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	maximum (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	átlag (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	
2011.	834,9	76 ¹	156,1	1 ¹	26,90	0 ¹	kiváló
2012.	457,7	25 ¹	79,7	0 ¹	25,55	0 ¹	jó
2013.	657,9	11 ¹	86,8	0 ¹	23,23	0 ¹	megfelelő
2014.	606,7	22 ¹	112,2	0 ¹	32,00	0 ¹	szennyezett
2015.	648,4	32 ¹	184,4	1 ¹	24,86	0 ¹	erősen szennyezett
2016.	545,1	26 ¹	112,2	0 ¹	23,16	0 ¹	
2017.	628,4	37 ¹	109,6	0 ¹	28,60		

Megj.: A 90%-os adatrendelkezésre állás kritériumát teljesítő adatokat vastag betűvel jelöltük.

13. sz. táblázat. A nitrogén-oxidok órási adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

NO _x	órás adatok										adathiány		adatrendelkezésre állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennyezett		Erősen szennyezett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	8 391	95,78	175	2,00	35	0,40	68	0,78	8	0,09	84	0,96	99,04%
2012.	8 522	97,01	185	2,11	16	0,18	25	0,28	0	0,00	37	0,42	99,58%
2013.	8 473	96,71	132	1,51	12	0,14	10	0,11	1	0,01	133	1,52	98,48%
2014.	8 093	92,38	210	2,40	20	0,23	21	0,24	1	0,01	416	4,75	95,25%
2015.	8 404	95,94	214	2,44	28	0,32	26	0,30	6	0,07	82	0,94	99,06%
2016.	8 452	96,22	166	1,89	30	0,34	24	0,27	2	0,02	110	1,25	98,75%
2017.	8 309	94,85	235	2,68	21	0,24	35	0,40	2	0,02	158	1,80	98,20%

14. sz. táblázat. A nitrogén-oxidok 24 órás adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

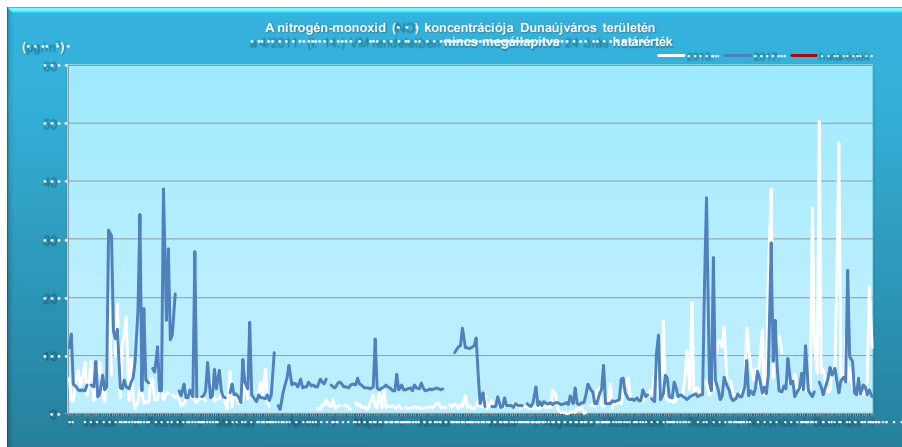
NO _x	24 órás adatok										adathiány		adat- rend- delkezésre- állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennyezett		Erősen szeny- nyezett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	345	94,52	14	3,84	4	1,10	1	0,27	0	0,00	1	0,27	99,73%
2012.	349	95,36	17	4,64	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	100,00%
2013.	357	97,81	5	1,37	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,82	99,18%
2014.	318	87,12	21	5,75	0	0,00	0	0,00	0	0,00	26	7,12	92,88%
2015.	343	93,97	19	5,21	0	0,00	1	0,27	0	0,00	2	0,55	99,45%
2016.	341	93,17	9	2,46	0	0,00	0	0,00	0	0,00	16	4,37	95,63%
2017.	332	90,96	18	4,93	0	0,00	0	0,00	0	0,00	15	4,11	95,89%

Nitrogén-monoxid (NO) szennyezettség

A nitrogén-monoxidra külön határértéket a 4/2011. (I. 14.) VM-rendelet 1. és 3. számú melléklete nem állapít meg, így túllépésük mértéke, tájékoztatási és riasztási küszöbértéke, valamint légszennyezettségi indexe sem vizsgálható. A 7. *diagramon* – mely a legutóbbi két évet ábrázolja – jól látható, hogy a nitrogén-monoxid koncentrációja alacsony, értéke 0 és 50 µg/m3 között ingadozik. Az automata mérőállomás telepítése óta mért adataiból készített diagramok pedig az 1. számú mellékletben láthatóak.

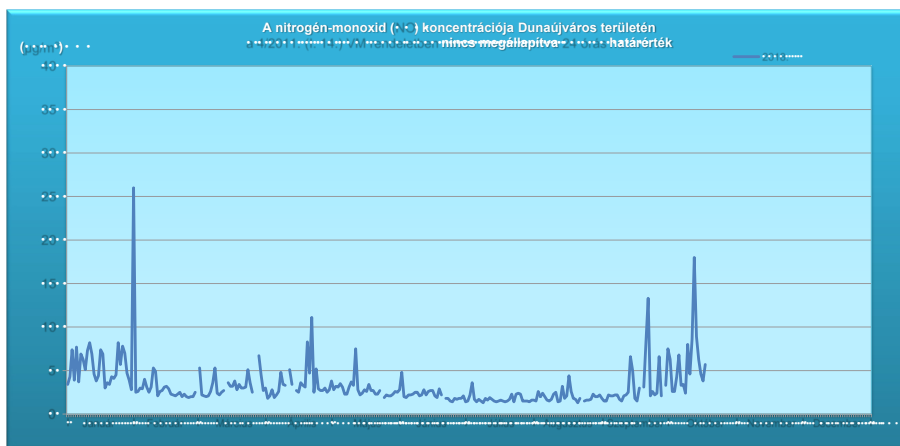
[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.*

7. sz. diagram. A nitrogén-monoxid (NO) 24 órás átlagkoncentrációi a 2016. és 2017. években. [10]



A 8. diagram a nitrogén-monoxid 24 órás átlagkoncentrációit ábrázolja 2018. október végéig. A 24 órás átlagkoncentrációk 2 és 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ között változtak.

8. sz. diagram. A nitrogén-monoxid (NO) 24 órás átlagkoncentrációi a 2018. évben.



15. sz. táblázat. A nitrogén-monoxid legmagasabb mért koncentrációi.

NO	órás		24 órás		éves	
	maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	határérték- túllépés, db	maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	határérték- túllépés, db	átlag ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	határérték- túllépés, db
2011.	452,7	nincs határérték megállapítva	60,6	nincs határérték megállapítva	4,17	nincs határérték megállapítva
2012.	267,5		22,5		3,20	
2013.	383,5		31,9		2,78	
2014.	333,0		37,4		4,53	
2015.	342,9		82,2		2,93	
2016.	316,2		50,3		4,23	
2017.	367,5		38,7		5,52	

Légszennye- zettségi index
kiváló
jó
megfelelő
szennyezett
erősen szennye- zett

[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról.* Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

A 90%-os adatrendelkezésre-állás kritériumát teljesítő adatokat vastag betűvel jelöltük. [10]

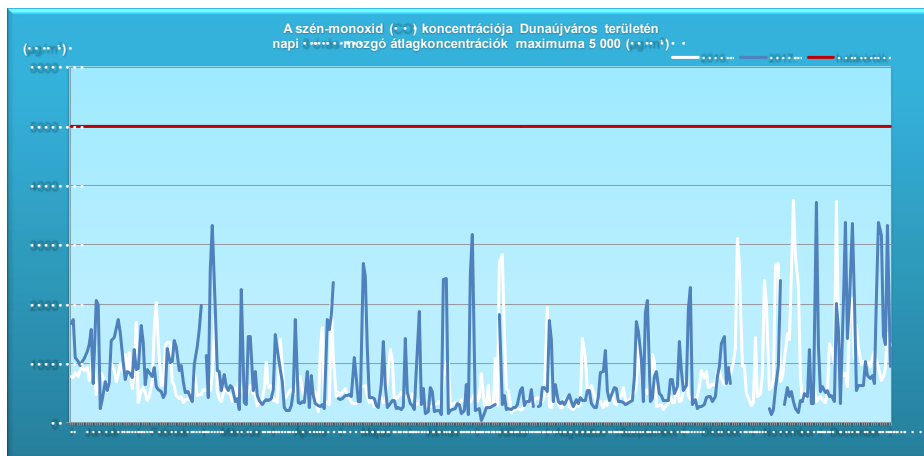
Szén-monoxid (CO) szennyezettség

A szén-monoxid-koncentráció legmagasabb órás értékei alatta maradtak az egészségügyi határértéknek ($10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximumai is határérték- ($5.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) alattiak voltak. Az éves értékeknél nem történt határérték- ($3.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) túllépés egyik évben sem. Itt a legmagasabb érték is harmada a megengedettnek. A tájékoztató (20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ három egymást követő órában) és riasztási (30.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ három egymást követő órában, vagy 72 órán túl meghaladott 20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) küszöbértékeket a szén-monoxid koncentrációja sem érte el, sőt jelentősen alatta maradt minden évben. Dunaújváros levegőjének minősége mind az órás átlagok, mind a napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximumát tekintve „jó” minősítésű (a mért adatok 93,53%-a „kiváló” minősítésű volt).

A 8. diagramon – mely a legutóbbi két évet öleli fel – jól látható, hogy a szén-monoxid koncentrációja alatta marad az egészségügyi határértéknek, értéke 0 és $4\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ között ingadozik. Az automata mérőállomás telepítése óta mért adataiból készített diagramok pedig az 1. számú mellékletben láthatóak.

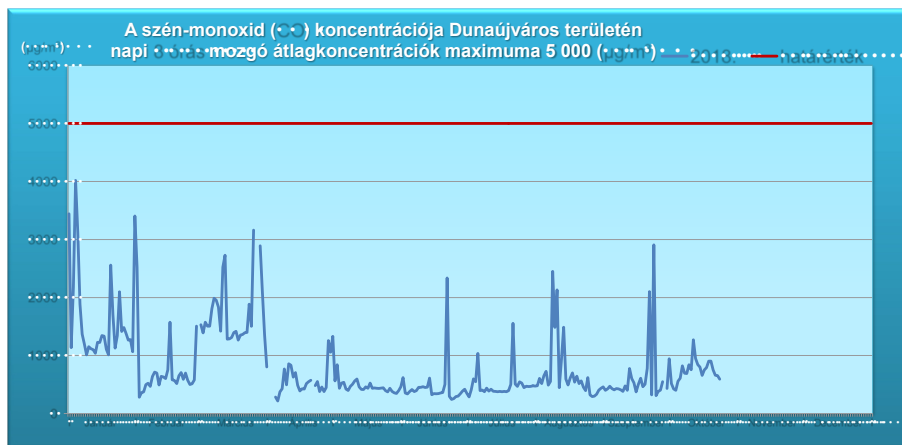
[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.*

8. sz. diagram. A szén-monoxid (CO) napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximumának 2016. és 2017. évi értékei az egészségügyi határértékhez viszonyítva [10]



A 9. diagram a szén-monoxid (CO) napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximumának 2018. évi értékeit mutatja be, az egészségügyi határértékhez viszonyítva.

9. sz. diagram. A szén-monoxid (CO) napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximumának 2018. évi értékei az egészségügyi határértékhez viszonyítva



A 9. *diagramból* jól látható, hogy a szén-monoxid (CO) napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációinak maximum értékei 2018. évben is az egészségügyi határérték alatt maradtak. 2018. évben a magasan megállapított egészségügyi határérték 1–70 %-áig alakultak.

16. sz. táblázat. A szén-monoxid legmagasabb mért koncentrációi, határérték-túllépései és légszennyezettségi indexe.

CO	órás (10.000 µg/m³)		24 órás ¹ (5.000 µg/m³)		éves (3.000 µg/m³)		Légszennyezettségi index
	maximum (µg/m³)	határérték-túllépés, db	maximum (µg/m³)	határérték-túllépés, db	átlag (µg/m³)	határérték-túllépés, db	
2011.	5 344	0	3 054,84	0	326,91	0	
2012.	9 986	0	4 286,20	0	362,81	0	
2013.	10 187	1	6 556,26	2	325,24	0	kiváló
2014.	4 017	0	2 390,99	0	337,31	0	jó
2015.	9 283	0	4 525,50	0	670,63	0	megfelelő
2016.	8 117	0	3 745,25	0	512,64	0	szennyezett
2017.	7 863	0	3 720,88	0	506,77	0	erősen szennyezett

A 90%-os adatrendelkezésre-állás kritériumát teljesítő adatokat vastag betűvel jelöltük.

Napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximuma.

17. sz. táblázat. A szén-monoxid órás adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

CO	óras adatok										adathiány		adatren- delkezésre- állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennyezett		Erősen szennyez- zett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	7 783	88,84	7	0,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	971	11,08	88,92%
2012.	7 481	85,16	26	0,30	3	0,03	0	0,00	0	0,00	1 275	14,51	85,49%
2013.	7 959	90,85	20	0,23	0	0,00	1	0,01	0	0,00	781	8,91	91,09%
2014.	8 053	91,92	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00	707	8,07	91,93%
2015.	8 667	98,94	26	0,30	2	0,02	0	0,00	0	0,00	65	0,74	99,26%
2016.	8 722	99,29	21	0,24	1	0,01	0	0,00	0	0,00	40	0,46	99,54%
2017.	8 193	93,53	44	0,50	0	0,00	0	0,00	0	0,00	523	5,97	94,03%

18. sz. táblázat. A szén-monoxid 24 órás adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

CO	24 órás adatok ¹										adathiány		adatren- delkezésre- állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennyezett		Erősen szennyezett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	358	98,08	5	1,37	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,55	99,45%
2012.	344	93,99	20	5,46	2	0,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	100,00%
2013.	358	98,08	4	1,10	1	0,27	2	0,55	0	0,00	0	0,00	100,00%
2014.	355	97,26	5	1,37	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	1,37	98,63%
2015.	322	88,22	41	11,23	1	0,27	0	0,00	0	0,00	1	0,27	99,73%
2016.	348	95,08	16	4,37	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,55	99,45%
2017.	320	87,67	25	6,85	0	0,00	0	0,00	0	0,00	20	5,48	94,52%

Napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximuma.

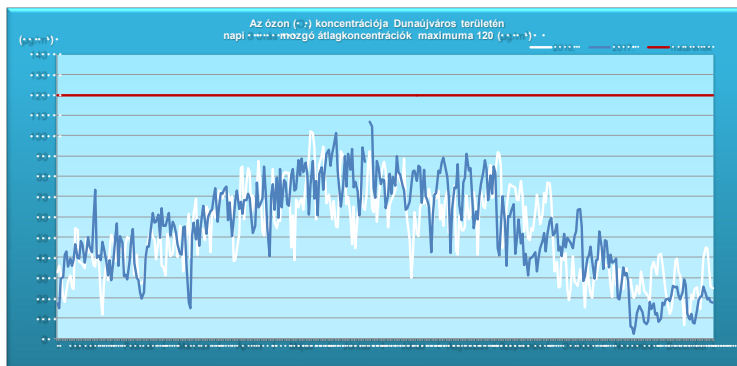
[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

Ózon (O₃) szennyezettség

Az ózonkoncentrációk órás, valamint éves értékeire a 4/2011. (I. 14.) VM-rendelet 1. számú melléklete nem állapít meg külön határértéket, így túllépésük mértéke sem vizsgálható. A határértékként (120 µg/m³, melyet egy naptári évben három éves vizsgálati időszak átlagában, 2010. évtől 25 napnál többször nem léphető túl) megadott napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximumát tekintve 2017-ben nem történt túllépés. A korábbi években, jellemzően a nyári időszakban fordult elő túllépés, míg a téli hónapokban jóval határérték alatt marad. Ennek oka, hogy a földközeli ózon koncentrációja, mint másodlagos szennyező, a nyári napsütötte hónapokban éri el a maximumát elsősorban a nagy forgalommal terhelt közlekedési csomópontok közelében. A tájékoztatósi (180 µg/m³ három egymást követő órában) küszöbérték tekintetében 2017-ben nem történt túllépés. A riasztási (240 µg/m³ három egymást követő órában, vagy 72 órán túl meghaladott 180 µg/m³) küszöbértéket egyik évben sem érte el az ózon koncentrációja. Dunaújváros levegőjének minősége az órás értékek alapján 2017-ben „jó” minősítésű volt. Összességében az éves átlagokat tekintve a légszennyezettségi index alapján „jó” minősítést kapott.

Az 10. diagramon – mely a legutóbbi két évet mutatja be – jól látható, hogy az ózon koncentrációja alatta marad az egészségügyi határértéknek, értéke 0 és 110 µg/m³ között ingadozik. Az automata mérőállomás telepítése óta mért adataiból készített diagramok pedig az 1. számú mellékletben láthatóak.

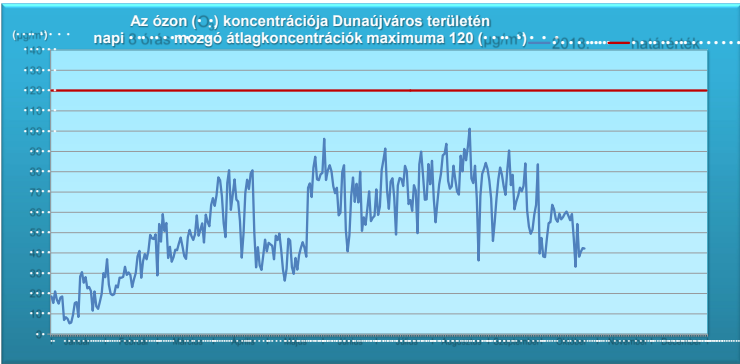
10. sz. diagram. Az ózon (O₃) napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximának 2016. és 2017. évi értékei az egészségügyi határértékhez viszonyítva. [10]



[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról.* Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

A 11. diagram az ózon (O₃) napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximumának értékeit mutatja be 2018. október végéig, az egészségügyi határértékhez viszonyítva.

11. sz. diagram. Az ózon (O₃) napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximumának 2018. évi értékei az egészségügyi határértékhez viszonyítva.



A 11. diagramon jól látható, hogy az ózon (O₃) napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációinak maximum értékei 2018. évben sem érték el az egészségügyi határértéket, annak kb. 30–80 %-a körül alakultak. Magasabb értékekkel a késő tavaszi és nyári napsütéses időszakokban kellett számolni. A 2018. évi koncentrációk alacsonyabbak voltak, mint a 2017. éviéek.

19. sz. táblázat. Az ózon legmagasabb mért koncentrációi, határérték-túllépései és légszennyezettségi indexe.

O ₃	órás		24 órás ¹ (120 µg/m ³)		éves ²		Légszennyezettségi index
	maximum (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	maximum (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	átlag (µg/m ³)	határérték-túllépés, db	
2011.	217,4		178,96	121	100,04		kiváló jó megfelelő szennyezett erősen szennyezett
2012.	201,0		164,33	44	71,12		
2013.	238,7		165,89	71	82,08		
2014.	177,1		160,28	10	47,43		
2015.	118,0		101,78	0	48,26		
2016.	111,9		102,25	0	51,97		
2017.	110,0		106,83	0	53,78		

A 90%-os adatrendelkezésre-állás kritériumát teljesítő adatokat vastag betűvel jelöltük.

¹Napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximuma. 28 órás futó átlag napi maximumainak átlaga, egy naptári éven belül. 38 órás középérték, mely egy nem-átfedő mozgóátlag.

20. sz. táblázat. Az ózon óras adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

O ₃	órás adatok										adathiány		adat- rendel- kezésre- állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennyezett		Erősen szennyezett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	4 046	46,18	4 174	47,64	440	5,02	24	0,27	0	0,00	77	0,88	99,12%
2012.	6 218	70,78	2 388	27,18	126	1,43	6	0,07	0	0,00	47	0,54	99,46%
2013.	5 467	62,40	2 992	34,15	170	1,94	1	0,01	0	0,00	131	1,50	98,50%
2014.	7 131	81,39	1 250	14,27	16	0,18	0	0,00	0	0,00	364	4,15	95,85%
2015.	7 385	84,30	636	7,26	0	0,00	0	0,00	0	0,00	739	8,44	91,56%
2016.	8 088	92,08	647	7,37	0	0,00	0	0,00	0	0,00	49	0,56	99,44%
2017.	7 697	87,87	892	10,18	0	0,00	0	0,00	0	0,00	171	1,95	98,05%

21. sz. táblázat.. Az ózon 24 órás adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

O ₃	24 órás adatok ¹										adathiány		adatrendelke- zésre-állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennyezett		Erősen szennye- zett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	43	11,78	110	30,14	86	23,56	121	33,15	0	0,00	5	1,37	98,63%
2012.	108	29,51	160	43,72	54	14,75	44	12,02	0	0,00	0	0,00	100,00%
2013.	82	22,47	145	39,73	67	18,36	71	19,45	0	0,00	0	0,00	100,00%
2014.	222	60,82	100	27,40	33	9,04	10	2,74	0	0,00	0	0,00	100,00%
2015.	169	46,30	169	46,30	2	0,55	0	0,00	0	0,00	25	6,85	93,15%
2016.	160	43,72	204	55,74	2	0,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	100,00%
2017.	145	39,62	216	59,02	3	0,82	0	0,00	0	0,00	2	0,55	99,45%

¹Napi 8 órás mozgó átlagkoncentrációk maximuma. [10]

[10] Petro-vickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

[3] 4/2011. (I. 14.) VM-rendelet a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről

Szálló por (PM_{10}) szennyezettség

A PM_{10} : a szálló por azon frakciója, amelynek legalább 50%-a átmegy a PM_{10} mintavételének és mérésének referenciamódszerére az MSZ EN 12341:2001 szabványban meghatározott 10 μm aerodinamikai átmérőjű szelektív szűrőn. [3]

A szálló por (PM_{10}) órás értékeire a 4/2011. (I. 14.) VM-rendelet 1. számú melléklete nem állapít meg külön határértéket, így túllépésük mértéke sem vizsgálható. A legmagasabb 24 órás értékek minden évben túllépték az egészségügyi határértéket (50 $\mu g/m^3$, mely egy naptári év alatt 35-nél többször nem léphető túl). A legutóbbi két évben, 2016-ban 21 alkalommal, 2017-ben pedig 43 alkalommal történt egészségügyi határérték-túllépés. Az éves értékeket tekintve eddig nem történt határérték- (40 $\mu g/m^3$) túllépés egyik évben sem.

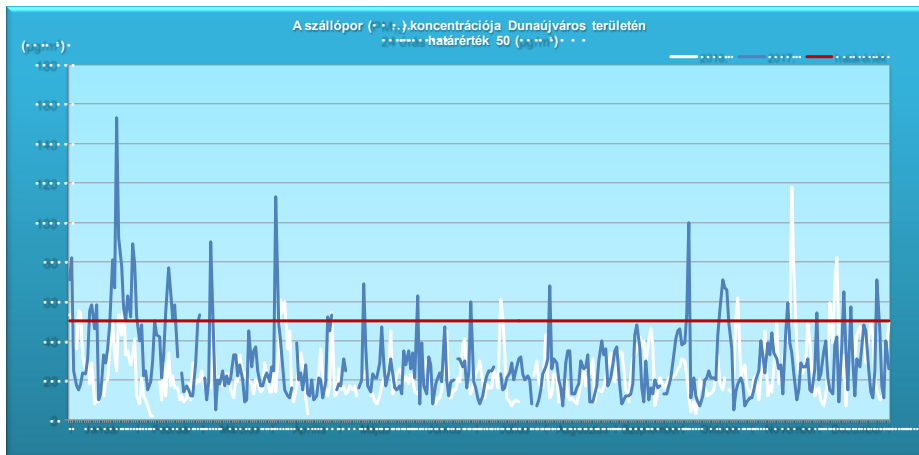
A szálló por koncentrációja a füstköd-riadó elrendelésére vonatkozó tájékoztatói küszöbértéket (75 $\mu g/m^3$ két egymást követő napon) 2017-ben 11 alkalommal lépte túl, melyek közül öt alkalom két egymást követő napon volt, emiatt a lakosság tájékoztatása megtörtént. A szálló por 24 órás koncentrációja a riasztási küszöbértéket (100 $\mu g/m^3$) 2017. évben 2 alkalommal túllépte. Ekkor a lakosság tájékoztatása mellett a riasztási fokozat kiadására, valamint korlátozó intézkedések bevezetésére nem volt szükség, ugyanis a tájékoztatás napján és az azt követő napokon már jelentősen javult a levegő minősége.

Riasztási küszöbértéknek nevezzük, amikor a szálló por koncentrációja 100 $\mu g/m^3$ két egymást követő napon, vagy a meteorológiai előrejelzések szerint a következő napon javulás nem várható).

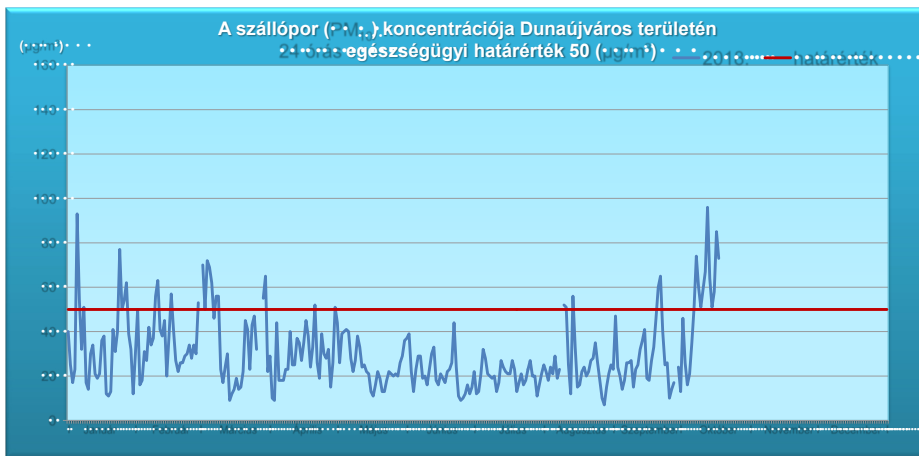
A 12. diagramon – mely a legutóbbi két év adatait tartalmazza – jól látható, hogy a szálló por koncentrációja az adatok 11,78%-ában átlépi az egészségügyi határértéket (50 $\mu g/m^3$), átlagkoncentrációja pedig 0 és 160 $\mu g/m^3$ között ingadozik. Az automata mérőállomás telepítése óta mért adataiból készített diagramok pedig az 1. számú mellékletben láthatóak. [10]

A 13. diagram a PM_{10} szálló por 24 órás átlagkoncentrációit mutatja be 2018. október végéig, az egészségügyi határértékhez viszonyítva.

12. sz. diagram. A PM_{10} szálló por 2016. és 2017. évi 24 órás átlagkoncentrációi az egészségügyi határértékhez viszonyítva. [10]



13. sz. diagram. A PM_{10} szálló por 2018. évi 24 órás átlagkoncentrációi az egészségügyi határértékhez viszonyítva



[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról.* Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

A 12. és 13. számú diagramok alapján megállapítható, hogy a Dunaújvárosban a PM_{10} szálló por levegőben mért 24 órás koncentrációja a 2017. és 2018. évben többször is meghaladta a 4/2011. (I. 14.) VM rendeletben megállapított $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 24 órás egészségügyi határértéket. A két diagramot összehasonlítva megállapítható, hogy 2018. évben október végéig jóval kevesebb volt az egészségügyi határérték-túllépés, mint 2017. évben. 2018. évben április második felétől egészen augusztus közepéig nem regisztráltak 24 órás egészségügyi határérték-túllépést. A 24 órás maximum-koncentráció értékek is sokkal kedvezőbbek alakultak, mint 2017. évben. Míg 2017. évben a 24 órás átlagkoncentráció maximális értéke $152,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, addig 2018. évben $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ volt.

22. sz. táblázat. A szálló por legmagasabb mért koncentrációi, határérték-túllépései és légszennyezettségi indexe.

PM_{10}	órás		24 órás ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)		éves ¹ ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)		Légszennyezettségi index
	maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	határérték-túllépés, db	maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	határérték-túllépés, db	átlag ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	határérték-túllépés, db	
2011.	289,1		125,2	59	32,09	0	kiváló jó megfelelő szennyezett erősen szennyezett
2012.	197,9		119,2	37	26,59	0	
2013.	1 346,3		109,2	26	24,15	0	
2014.	187,0		136,6	26	26,95	0	
2015.	180,2		111,6	31	28,64	0	
2016.	147,0		118,0	21	23,72	0	
2017.	369,0		153,0	43	29,01	0	

A 90%-os adatrendelkezésre-állás kritériumát teljesítő adatokat vastag betűvel jelöltük.

¹Meghatározására alkalmazott mérési módszer: folyamatos mérés. [10]

23. sz. táblázat. A szálló por órás adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

PM ₁₀	órás adatok										adathiány		adatrendelkezésre állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennyezett		Erősen szennyezett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	5 026	57,37	2 002	22,85	896	10,23	443	5,06	223	2,55	171	1,95	98,05%
2012.	6 020	68,53	1 709	19,45	577	6,57	297	3,38	148	1,68	34	0,39	99,61%
2013.	6 249	71,33	1 712	19,54	420	4,79	135	1,54	82	0,94	163	1,86	98,14%
2014.	5 739	65,51	1 817	20,74	556	6,35	202	2,31	90	1,03	357	4,07	95,93%
2015.	5 518	62,99	2 287	26,11	577	6,59	254	2,90	85	0,97	39	0,45	99,55%
2016.	6 325	72,01	1 581	18,00	416	4,74	154	1,75	44	0,50	264	3,01	96,99%
2017.	5 603	63,96	1 833	20,92	640	7,31	369	4,21	125	1,43	190	2,17	97,83%

[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

24. sz. táblázat. A szálló por 24 órás adatainak megoszlása a légszennyezettségi indexek alapján.

PM ₁₀	24 órás adatok										adathiány		adatren- delkezésre állás
	Kiváló		Jó		Megfelelő		Szennyezett		Erősen szennyezett				
	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	
2011.	110	30,14	152	41,64	37	10,14	53	14,52	7	1,92	6	1,64	98,36%
2012.	169	46,17	130	35,52	30	8,20	35	9,56	2	0,55	0	0,00	100,00%
2013.	170	46,58	149	40,82	17	4,66	25	6,85	1	0,27	3	0,82	99,18%
2014.	137	37,53	147	40,27	32	8,77	24	6,58	2	0,55	23	6,30	93,70%
2015.	133	36,44	170	46,58	29	7,95	28	7,67	3	0,82	2	0,55	99,45%
2016.	167	45,63	135	36,89	29	7,92	20	5,46	1	0,27	14	3,83	96,17%
2017.	122	33,42	158	43,29	29	7,95	38	10,41	5	1,37	13	3,56	96,44%

[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

Megjegyzendő, hogy a város légszennyezettségének mértékét nagyban befolyásolják a meteorológiai viszonyok, mint a szél iránya, sebessége, a relatív páratartalom, légnyomás, csapadék, szárazság, inverziós tényezők stb. Ezen kívül a levegő szennyezettségének kedvezőtlen alakulásában közrejátszhatnak még a város völgyeiben kialakuló mikro-meteorológiai tényezők is.

25. sz. táblázat. Éves összesítés.

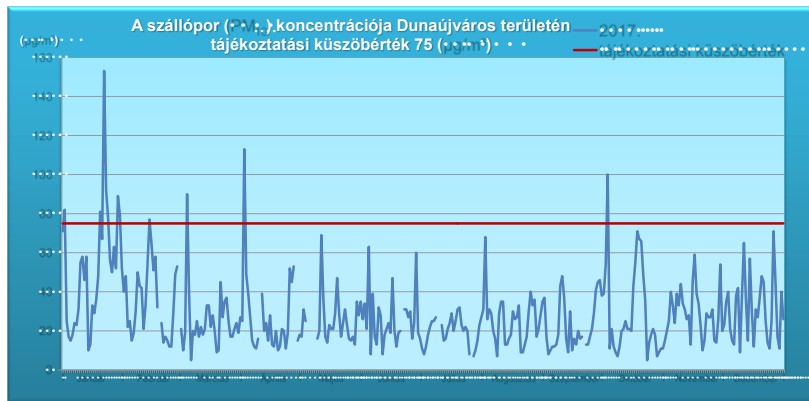
	SO ₂	NO ₂	NO _x ¹	CO	O ₃ ²	PM ₁₀ ³	NO ³	Légszennyezettségi index	
	éves átlagok (µg/m ³)								
2011.	10,80	21,35	26,90 ¹	347,21	100,04	32,09	4,17		
2012.	17,13	21,49	25,55 ¹	362,81	71,12	26,59	3,20		
2013.	19,59	19,57	23,23 ¹	325,24	82,08	24,15	2,78		kiváló
2014.	19,53	25,63	32,00 ¹	337,31	47,43	26,95	4,53		jó
2015.	0,80	20,51	24,86 ¹	670,63	48,26	28,64	2,93		megfelelő
2016.	4,16	16,75	24,86 ¹	512,64	51,97	23,72	4,23		szennyezett
2017.	4,33	20,58	20,60 ¹	506,77	53,78	29,01	5,52		erősen szennyezett

28 órás futó átlag napi maximumainak átlaga, egy naptári éven belül. [10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról*. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.

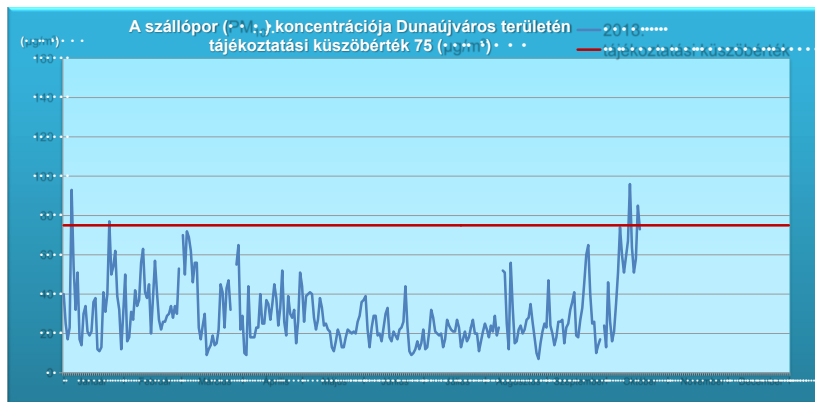
A PM₁₀ szálló por 24 órás átlagkoncentrációi a szmog tájékoztatási küszöbértékhez (75 µg/m³) viszonyítva

A 14. és 15. diagram a PM₁₀ szálló por 2017. és 2018. évi 24 órás átlagkoncentrációit mutatja be a szmog tájékoztatási küszöbértékhez (75 µg/m³) viszonyítva.

14. sz. diagram. A PM_{10} szálló por 2017. évi 24 órás átlagkoncentrációi a szmogtájékoztatási küszöbértékhez ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) viszonyítva.



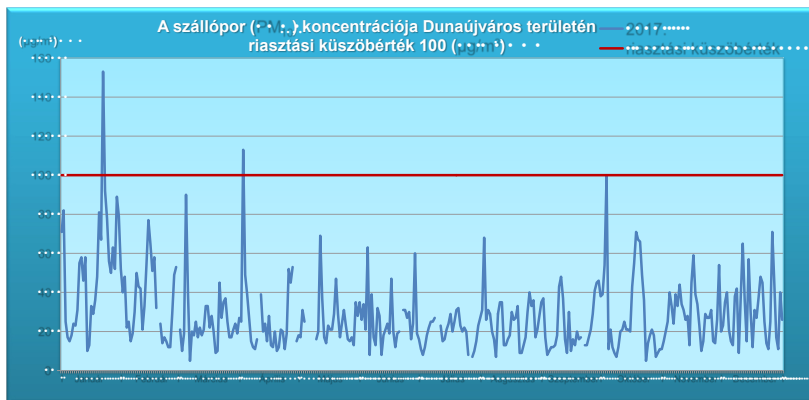
15. diagram. A PM_{10} szálló por 2018. évi 24 órás átlagkoncentrációi a szmogtájékoztatási küszöbértékhez ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) viszonyítva.



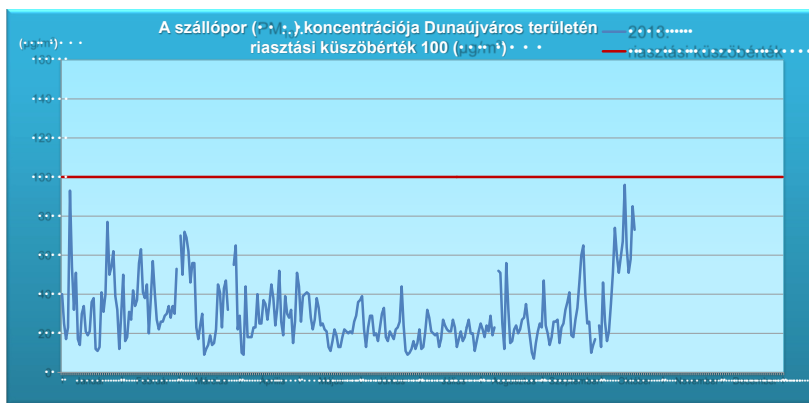
A 14. és 15. diagramokból megállapítható, hogy 2017. évben több alkalommal volt szmog tájékoztatási küszöbérték-túllépés, mint 2018. évben.

A PM_{10} szálló por 24 órás átlagkoncentrációi a szmog riasztási küszöbértékhez ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) viszonyítva

16. sz. diagram. A PM_{10} szálló por 2017. évi 24 órás átlagkoncentrációi a szmogriasztási küszöbértékhez ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) viszonyítva



17. sz. diagram. A PM_{10} szálló por 2018. évi 24 órás átlagkoncentrációi a szmogriasztási küszöbértékhez ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) viszonyítva.



A 16. és a 17. diagramokon megfigyelhető, hogy míg 2017-ben 2 alkalommal volt szmogriasztási küszöbérték-átlépés, 2018-ban egyszer sem fordult elő.

A FÜSTKÖD (SZMOG) -TÁJÉKOZTATÁSI ÉS -RIASZTÁSI KÜSZÖBÉRTÉKEINEK TÚLLÉPÉSEI SZÁLLÓ POR (PM_{10})
LÉGSZENNYEZŐNÉL DUNAÚJVÁROSBAN

A 26. táblázatban a füstköd (szmog) helyzetre vonatkozó tájékoztatási- és riasztási-küszöbérték-túllépések Dunaújvárosban bekövetkezett eseteit foglaltuk össze 2014. évtől 2018-ig.

26. sz. táblázat. A szálló por PM_{10} tájékoztatási- és riasztási-küszöbérték-túllépései Dunaújvárosban.

Dátum	Koncentráció ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Határértékhez viszonyítás
2014. 11. 04.	136,6	Riasztási küszöbérték átlépés
2014. 11. 05.	79,4	Tájékoztatási küszöbérték átlépés
2015. 09. 16.	76,9	
2015. 09. 17.	82,6	
2015. 11. 05.	99,9	
2015. 11. 06.	110,7	Riasztási küszöbérték átlépés
2015. 11. 07.	89,3	Tájékoztatási küszöbérték átlépés
2017. 01. 20.	81,4	
2017. 01. 22.	152,6	Riasztási küszöbérték átlépés
2017. 01. 23.	90,5	Tájékoztatási küszöbérték átlépés
2017. 01. 24.	78,3	
2017. 01. 29.	88,8	
2017. 01. 30.	79,4	
2018. 10. 18.	80,0	
2018. 10. 19.	75,5	

A 26. táblázatból jól látható, hogy 2014. folyamán egy alkalommal tájékoztatási-, egyszer pedig riasztási-küszöbérték-túllépést regisztráltak.

2015. évben négyszer volt tájékoztatási, egy alkalommal pedig riasztási-küszöbérték-átlépés, 2015. november 5–7. között. 2017. évben január végén egy hétig tartó szmoghelyzet volt. 2018-ban az első, két 24 órán keresztül tartó tájékoztatási küszöbérték-átlépést 2018. október 18–19-én mérték, melyről a Fejér Megyei Kormányhivatal felhívása alapján azonnal tájékoztattuk a lakosságot. Ez a szmoghelyzet – hasonló módon, mint a többi is – országos jelenség volt. Ezekben az időszakokban az ország összes nagyobb városában a lakosság tájékoztatását, és/vagy füstköd-riadót kellett elrendelni.

[3] 4/2011. (I. 14.) VM-rendelet a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről.

[10] Petrovickijné Dr. Angerer Ildikó–Tóth Tamás–Szántó Krisztina–Tóth László (2018): *Tájékoztató Dunaújváros Megyei Jogú Város környezeti állapotáról. Dunaújváros Megyei Jogú Város Önkormányzata.*

A 27. táblázatban a 4/2011 (I. 14.) VM-rendelet 3. számú mellékletében található egyes légszennyező anyagokra vonatkozó tájékoztatási- és riasztási-küszöbértékeket jelenítettük meg.

27. sz. táblázat. Az egyes légszennyező anyagokra vonatkozó tájékoztatási- és riasztási-küszöbértékek. [3]

Légszennyező anyag [CAS szám]	Átlagolási időszak	Tájékoztatási-küszöbérték ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Riasztási-küszöbérték ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Kén-dioxid [7446-09-5]	1 óra	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ három egymást követő órában	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ három egymást követő órában vagy 72 órán túl meghaladott 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Nitrogén-dioxid [10102-44-0]	1 óra	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ három egymást követő órában	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ három egymást követő órában vagy 72 órán túl meghaladott 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Szén-monoxid [630-08-0]	1 óra	20 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ három egymást követő órában	30 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ három egymást követő órában vagy 72 órán túl meghaladott 20 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Szálló por (PM_{10})	24 óra	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ két egymást követő napon és a meteorológiai előrejelzések szerint a következő napon javulás nem várható	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ két egymást követő napon és a meteorológiai előrejelzések szerint a következő napon javulás nem várható
Ózon [10028-15-6]	1 óra	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ három egymást követő órában	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ három egymást követő órában vagy 72 órán túl meghaladott 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Dunaújváros levegőminőségében a legtöbb problémát a korábbi évekhez hasonlóan továbbra is a PM_{10} szállópor-koncentrációjának magas értékei okozzák, mely a városban döntően ipari eredetű, de emellett a közlekedés is jelentős mértékben okoz szálló por kibocsátást. Továbbra is gyakoriak a 24 órás egészségügyi határérték-túllépések, valamint időnként, amikor az időjárási viszonyok kedveznek a füstköd kialakulásának, tájékoztatási és riasztási küszöb-átlépések is előfordulhatnak. [10]

A tanulmány 2. része a februári lapszámunkban jelenik meg.

Járműipari beszállítók által használt szerkezeti anyagok fejlesztési irányai az elektromobilitás tükrében (1. rész)

Összefoglalás: Az elektromos járművek tömegméretű előállításához az iparban jelentős átalakulásoknak kell végbemennie. Ezek a változások egyrészt érintik a hagyományos iparágakat, például kohászatot, gépgyártást, másrészt új iparágak rohamos fejlődését is generálják, például a nagyteljesítményű akkumulátorok, vagy a nyomásálló hidrogéntároló tartályok előállítása terén. E tanulmány anyagtudománnyal kapcsolatos példákon keresztül mutatja be, hogy az elektromobilitás milyen kihívások elé állítja az ipar szereplőit az egyes területeken, és hogy milyen válaszok adhatók a felmerülő kérdésekre. Az elektromos járművek szerkezeti elemeinek előállítására koncentrálna tekintjük át azokat a jelenlegi fejlesztési irányokat, melyekhez kapcsolódóan a Dunaújvárosi Egyetem kutatói releváns K+F tapasztalatokkal rendelkeznek.

Kulcsszavak: Elektromobilitás, szerkezeti anyagok, nagyszilárdságú acél, korszerű alumíniumötvözet, ötvözőelemek, kompozit.

Abstract: The mass production of electric vehicles requires significant transformation of the industry. This transformation will affect the traditional industry, e.g. metallurgy, machine engineering and will generate speedy development of new industries e.g. in the field of high capacity battery and hydrogen pressure container production. This publication presents some materials science related challenges and possible solutions that industrial companies may face in connection with electromobility. Focusing on the production of structural components of electric vehicles the current developments are reviewed in fields where the researchers of University of Dunaújváros have relevant R+D experiences.

Keywords: Electromobility, structural materials, high strength steel, advanced aluminium alloy, alloying elements, composite.

* Dunaújvárosi Egyetem,
Műszaki Intézet
Email: zscsepeli@uniduna.hu

Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben egyre nagyobb szerepet kapott az emberek és termékek szállítása. Az ehhez szükséges energia jelentős részét jelenleg még a kőolaj biztosítja, ami környezetszennyező és hozzájárul az akár katasztrofális következményekkel is járó klímaváltozáshoz.

Az elektromobilitás ezzel szemben egy környezetkímélőbb megoldást kínál a közlekedésben, nagymértékben hozzájárulva ezzel a sokat hangoztatott fenntartható fejlődéshez. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy az elektromos járművek mennyire tekinthetők környezetbarátnak, és hogy milyen sebességgel terjednek el, nagymértékben függ attól, hogy a közeljövőben milyen gazdaságosan megvalósítható lehetőségek lesznek a környezetbarát energia előállítására és tárolására. Például, ha az elektromos energiát szén-erőműben állítják elő, akkor elektromos jármű használatával lényegesen nagyobb mértékben szennyezzük a környezetünket, mint korszerű benzinmotoros járművel közlekedve.

Az elektromos járművek terjedése a járműgyártók számára is fontos kérdéseket vet fel, például hogy milyen a különböző technológiák energiahatékonysága, a gyártást és az újrahasznosítást is figyelembe véve mennyire környezetbarát megoldások, mennyire biztonságosak, valamint lesz-e elegendő alapanyag a széleskörű elterjedésükhöz a kismennyiségben kitermelhető kémiai elemeket is figyelembe véve.

Az elektromos járművek tömegméretű előállításához az iparban is jelentős átalakulásoknak kell végbemennie. Ezek a változások egyrészt érintik a hagyományos iparágakat, például kohászatot, gépgyártást, másrészt új iparágak rohamos fejlődését is generálják, például a nagyteljesítményű akkumulátorok, vagy a nyomásálló hidrogéntároló tartályok előállítása terén.

Ebben a tanulmányban elsősorban anyagtudománnyal kapcsolatos példákon keresztül mutatjuk be, hogy az elektromobilitás milyen kihívások elé állítja az ipar szereplőit az egyes területeken, és hogy milyen válaszok adhatók a felmerülő kérdésekre. Munkánk során elsősorban a szerkezeti elemek előállítására koncentrálva mutattuk be, hogy ezek anyagában, gyártástechnológiájában milyen változásokat generál az elektromos járművek várható elterjedése azokon a területeken, melyeken a Dunaújvárosi Egyetem releváns K+F tapasztalatokkal rendelkezik.

Az elektromobilitás hatása a gépjárműipari értékláncra

Annak érdekében, hogy az elektromos hajtás minden előnyét kihasználhassák, az autógyártóknak teljesen újra kell tervezniük a gépjárművek hajtásláncát. Emiatt a motorháztető alatt a csak elektromos meghajtású gépjárművek szintje mindenben különbözik a hagyományos meghajtású járművektől.

Ez az utóbbi évtizedekben nem tapasztalt mértékű technológiaváltás megnyitotta az utat új járműgyártók megjelenésének. A legismertebb ilyen vállalat a Model S és E típusú gépjárműveket gyártó Tesla Inc., azonban más, Európában kevésbé ismert, vállalatokat is létrehozta ebben az iparágban. Kína például hatékonyan segíti az elektromobilitás elterjedését, és így új gyártókapacitások létrehozását. Az elektromos járművek gyártói jelentős állami támogatást élveznek.

A nagy múltú autóiipari vállalatoknak egyszerre kell fejleszteniük a hagyományos meghajtású járműveiket, hogy megfeleljenek az egyre szigorúbb elvárásoknak és előírásoknak, valamint lépést kell tartaniuk az újonnan megjelent innovatív, dinamikusan fejlődő vállalatokkal, melyeknek csak az elektromos járművek fejlesztésére kell koncentrálniuk.

Az európai autóiipari beszállítók egy része a folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően nagyobb problémák nélkül meg tud felelni az új kihívásoknak, azonban például az elektromos járműveknél kulcsfontosságú akkumulátorok gyártásában már jelentős lemaradásban van az európai járműgyártás.

A komplett egységek előállítását végző közvetlen beszállítók (ún. Tier 1) a változások nyertesei lehetnek, mert rendszerintegrátorként szerzett tapasztalataikat felhasználva kapcsolatot teremthetnek a régi és az újonnan piacra lépő beszállítók között [1]. A változásoknak azonban lesznek vesztesei is, például a hagyományos hajtáslánc elemeit gyártó vállalkozások, melyek termékeire egyre kisebb lesz a kereslet.

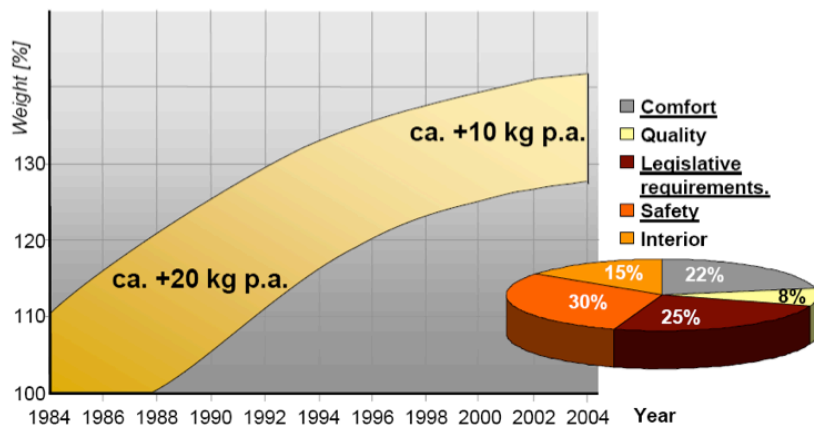
[1] Deutsche Bank Research: Electromobility Falling costs are a must, [https://www.db.com/cr/en/docs/DB_Research_-_Elektromobilitaet_Sept._2011_\(en\).pdf](https://www.db.com/cr/en/docs/DB_Research_-_Elektromobilitaet_Sept._2011_(en).pdf), 2018. október 8.

[2] Shrikant P. Bhat: Advances in high strength steels for automotive applications, <https://www.autosteel.org/-/media/files/autosteel/great-designs-in-steel/gdis-2008/12---advances-in-ahss-for-automotive-applications.ashx> 2018. 10. 12.

A súlycsökkentés jelentősége az elektromos járművek elterjedésében

A múlt évszázad utolsó évtizedeiben és századunk első éveiben a ma prioritást élvező súlycsökkentés helyett a gépjárművek tömegének növekedése volt megfigyelhető (1. ábra). Ennek elsődleges oka a biztonság növelése volt, de a tömeg növekedését okozta a járművektől elvárt nagyobb kényelem megvalósítása és egyes törvényi előírások változása is.

1. ábra. A gépjárművek tömegének növekedése a múlt évszázad utolsó évtizedeiben. [2]

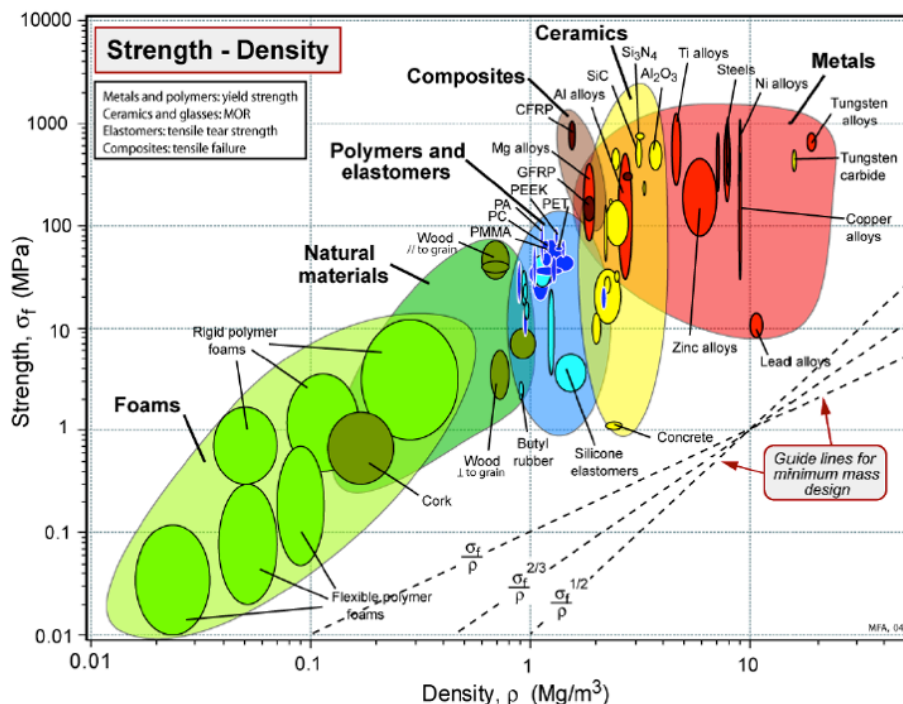


A 21. század kezdetétől azonban a környezetvédelmi előírások szigorodása, és az üzemanyagok árának növekedése miatt kiemelt cél lett a járművek üzemanyag-fogyasztásának csökkentése, illetve az ennek megvalósítását lehetővé tevő tömegcsökkentés. Az elektromos meghajtású gépjárműveknél különösen fontos, hogy a szerkezeti elemek tömege a lehető legkisebb legyen, mert az elektromos járművek tömege – a nehéz akkumulátorok, illetve esetenként a hagyományos motor mellett jelenlevő villanymotor miatt – meghaladja a csak benzin- vagy dízelmotorral rendelkező, azonos kategóriájú járművek tömegét. Az elektromos járművek egyik legdrágább része az akkumulátor, ezért ha a szerkezeti anyagok tömegcsökkentése miatt kisebb akkumulátor beépítése is elegendő, akkor az jelentős költségcsökkentést eredményez.

Az elektromos járművek szerkezeti anyagai

Szerkezeti elemeknél a tömegcsökkentés leghatékonyabb módja a nagyobb fajlagos szilárdságú anyagok használata, melyeknek nagy a tömegükhöz viszonyított szilárdsága. A különböző típusú anyagok fajlagos szilárdsága könnyen összehasonlítható az Ashby-féle anyagválasztó diagramokkal. A 2. ábra vízszintes tengelyén az anyagok sűrűségét, függőleges tengelyén pedig az anyagok szilárdságára jellemző paramétert (fémek esetén például azok folyáshatárát) ábrázolták. A diagram jól mutatja, hogy bár a fémeknek a többi anyagtípushoz képest viszonylag nagy a szilárdsága, azonban ez nagy sűrűséggel párosul. Az is megállapítható a diagramból, hogy a legnagyobb szilárdság/sűrűség-hányados egyes kompozit anyagokra jellemző.

2. ábra. Ashby-féle anyagválasztó diagram nagy fajlagos szilárdságú anyagok választásához [3]



[3] Granta Design: 2 Material and process selection charts http://www.grantadesign.com/download/pdf/teaching_resource_books/2-Materials-Charts-2010.pdf 2018. 10. 12.

[4] Solar impulse aircraft uses Décision SA'S carbon fibre, <https://www.technicaltextile.net/news/solar-impulse-aircraft-uses-decision-sa-s-carbon-fibre-190931.html> 2018. 10. 12.

A kompozit anyagok széleskörű elterjedését a gépjárműiparban azonban több dolog is akadályozza. Az egyik kétségtől a kompozitok viszonylag magas ára, ami gyakran a fémekhez képest bonyolult, összetett gyártástechnológiából is adódik.

A másik ok a korunkban egyre nagyobb fontossággal bíró újrahasznosíthatóság. Mivel a kompozitokat különböző típusú anyagok társításával állítják elő, az újrahasznosítás első lépése ezeknek az anyagoknak a szétválasztása, amire jelenleg még nem mindegyik kompozitnál áll rendelkezésre ipari méretekben gazdaságosan kivitelezhető megoldás.

A kompozit anyagok alkalmazására az elektromobilitás területén kiváló példa a Solar Impulse 2, kizárólag napenergiával működő repülőgép, melynek vázszerkezetét karbonszál erősítésű kompozitból készítették. E repülő két éve megkerülte a földet, ezzel is bizonyítva a társított szerkezeti anyagok létjogosultságát a közlekedésben (3. ábra).

3. ábra. A Solar Impulse 2 nevű, kizárólag napenergiát felhasználó repülőgép egyik szárnyának karbonszál erősítésű vázszerkezete. [4]



A tömegcsökkentést egyes luxus kategóriába tartozó járműveknél a bemutatott Ashby-féle diagrammal összhangban kompozit szerkezeti anyagok felhasználásával érték el. Ezeknél a járműveknél a hangsúly természetesen az egységnyi teljesítményre jutó tömeg csökkentésén van.

A BMW elektromos gépjárművei (pl. i8) az első olyan nagyobb szériában készülő gépkocsik, melyek karosszériájának nagy része korszerű karbonszál erősítésű kompozitból készül (4. ábra). A kompozit karosszéria tömege 50%-kal kisebb az acélból készülnél, és 30%-kal könnyebb az alumínium karosszériánál. A használt kompozit azonban jelentősen drágább a fémötvözeteknél, ezért felhasználása nagyobb mennyiségben jelenleg csak a legdrágább szériaautóknál jöhet szóba. A BMW gyár is – a többi autógyártóhoz hasonlóan – az alacsonyabb árkategóriájú járműveinek a karosszériáját acélból és alumíniumötvözetből készíti.

[5] http://www.bmw.com.kh/asia/en/newvehicles/i/i8/2014/showroom/efficiency_dynamics.html 2018. 10. 13.

4. ábra. A BMW i8 hibrid gépjármű karbon karosszériája. [5]



Tömeggyártásban a drága kompozit előállítás helyett a súlycsökkentés leggyakoribb módja a hagyományosan használt fémötvözetek (acélok, öntöttvasak, alumínium- és magnézium-ötvözetek stb.) olyan változatainak az alkalmazása, melyeknek a lehető legnagyobb az egységnyi tömegre eső szilárdsága. Ezeknek az ötvözeteknek a kompozitoknál kedvezőbb áruk mellett nagy előnyük a könnyen és gazdaságosan megvalósítható újrahasznosítás, hiszen a legtöbb ötvözet közvetlenül felhasználható az alapanyaggyártásban, a vasalapú ötvözetek például jól hasznosíthatók az LD konverterek, vagy elektrokemencék betétanyagaként.

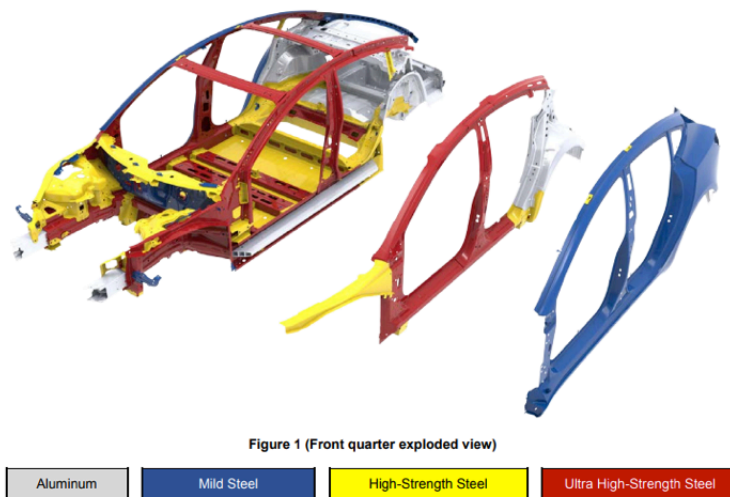
A BMW i3 modell visszafogott keresletét a jármű magas ára is indokolja, amit részben a drága karbonszál erősítésű kompozitkarosszéria okoz. A lényegesen sikerebb rivális Tesla Model 3 ára körülbelül 20%-kal alacsonyabb, ami a részben

6] <https://c1clean-technicacom-wpengine.netdna-ssl.com/files/2017/08/Tesla-Model-3-steel-aluminum.png> 2018. 10. 13.

az olcsóbb fém karosszériának köszönhető. Egy kilogramm karbonszál ára jelenleg több mint tízszerese egy kilogramm acél árának, és bár a karbonszálak előállításának költsége folyamatosan csökken, a szerkezeti elemeknél jelenleg még a nagyszilárdságú fémötvözetek használata jelenti az ésszerű kompromisszumot az egyaránt fontos tömeg- és árcsökkentés terén. Ezt támasztja alá az is, hogy az elmúlt években az akkumulátorok gyártástechnológiájának fejlődése azt eredményezte, hogy növekedett az elektromos járművek hatótávolsága, ezért kevésbé indokolt a drága kompozit anyagok használata.

A Tesla Model 3 karosszériájának legnagyobb része nagyszilárdságú acélból készül, és a töréstezteken így érte el kategóriájában a legjobb eredményt. A karosszériaelemek különböző jellegű és mértékű igénybevételének megfelelően az acélok három fő típusát használják fel: ötvözetlen lágyacélokat, korszerű nagyszilárdságú acélokat (AHSS) és ultranagy szilárdságú acélokat (UHSS) (5. ábra). Az acélnál drágább, de kisebb szilárdságú és nehezebben javítható alumínium ötvözeteket csak néhány, sérülésnek kevésbé kitett részen használják, a jármű tömegének csökkentése érdekében.

5. ábra. A Tesla Model 3 karosszériájához használt ötvözetek fajtái. [6]

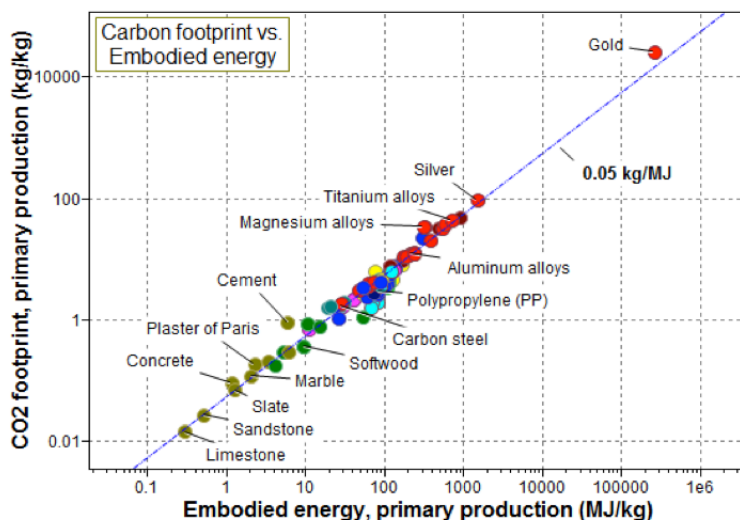


A korszerű anyagok használata miatt a karosszéria javítását csak a típusra vonatkozó speciális előírásokat ismerő szakemberek végezhetik. Tilos például a karosszéria javításánál elterjedt húzópad használata, mert alkalmazásának eredményeként megváltozhat az ötvözetek folyáshatára. Emellett a javítást végzőknek tisztában kell lenniük azzal, hogy a karosszéria melyik része milyen ötvözetből készült, mert az ultranagy szilárdságú acélból gyártott részek javítását a gyártó nem engedélyezi, mivel javítás – például hegesztés – után csökkenne az alapanyaguk szilárdsága és/vagy szívóssága.

Ha a részben környezetvédelmi okokból terjedő elektromobilitás kapcsán összehasonlítjuk az acél és az alumínium autóipari célú használatát, akkor nem hagyhatjuk figyelmen kívül a környezetvédelmi szempontokat sem. Az alumínium előállítása sokkal energiaigényesebb folyamat, mint az acélé, ezért egységnyi tömegű acél előállítása sokkal kevesebb üvegház hatású gáz kibocsátásával jár, mint ugyanannyi alumínium előállítása (6. ábra).

[7] Granta Design: Part 5 Micro-projects using the CES EduPack Sustainability Database https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTLJEUvV5SRXyUqO7tn_ANP3exrBuy-WXvn9wDaf50MbRxbekFAX Part 5. Micro-projects.pdf 2018. 10. 13.

6. ábra. A különböző anyagok előállításának ökológiai lábnyoma. [7]

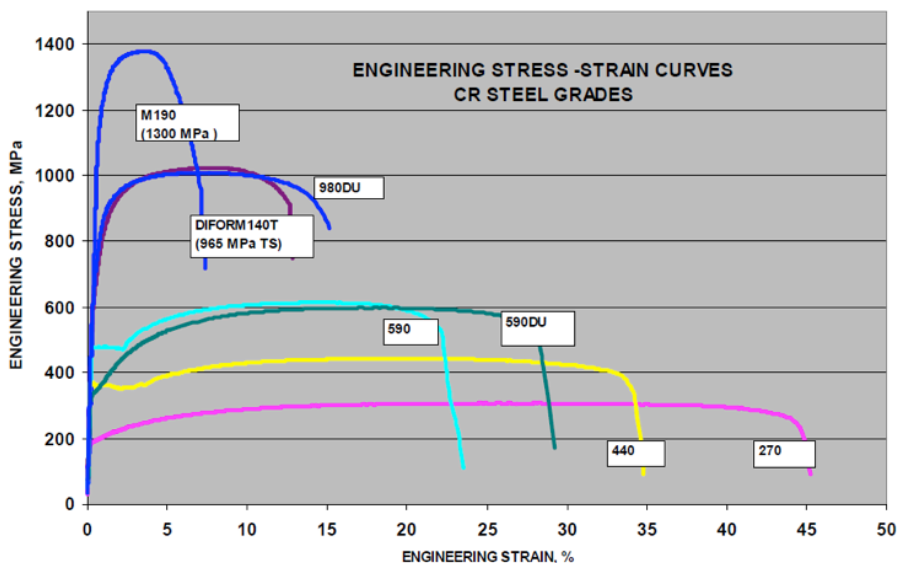


[2] Shrikant P. Bhat: Advances in high strength steels for automotive applications, <https://www.autosteel.org/-/media/files/autosteel/great-designs-in-steel/gdis-2008/12--advances-in-ahss-for-automotive-applications.ashx> 2018. 10. 12.

Járműipari acélok fejlesztési irányai

Az előző fejezetben, az elektromos járművek lehetséges szerkezeti anyagainak összehasonlításakor láttuk, hogy a nagysorozatban készülő, árérzékeny modelleknél jelenleg az acél alkalmazása látszik a legjobb választásnak. Az acél használatát az autóiparban nem csak a viszonylag alacsony költsége indokolja, hanem a széleskörű alkalmazhatósága is, aminek köszönhetően bonyolult geometriájú karosszériaelemek ugyanúgy gyárthatók belőle, mint az ütközés energiáját elnyelő nagyszilárdságú és szívósságú elemek. További előnye az acélnak a jó hegeszthetősége, és hogy megfelelő bevonattal ellátva – például horganyzott és festett felülettel – jól ellenáll a korróziónak. A 7. ábra az acélok sokszínűségét a különböző hidegen hengerelt acélminőségek változatos alakú szakítódiaagramjain keresztül mutatja be. A lényegesen eltérő mechanikai tulajdonságú acélok nagy rugalmasságot biztosítanak a gépjárművek tervezőinek a különböző elemek kialakításakor.

7. ábra. Autóiparban használt hidegen hengerelt acélminőségek szakítódiaagramja. [2]



Az elektromos járművek elterjedésével felerősödtek azok a kutatások, melyek a súlycsökkentést lehetővé tevő szilárdságnövelésre fókuszálnak az elérhető legnagyobb szívósság

mellett. A kutatók a korábbiaknál kedvezőbb tulajdonságokat nem csak a kémiai összetétel megváltoztatásával érik el, hanem nagy hangsúlyt kapnak az ausztenit átalakulásakor végbemenő folyamatok is, melyek döntően befolyásolják a kialakuló szövetszerkezetet, és azon keresztül a mechanikai tulajdonságokat.

A kifejlesztett nagyszilárdságú acélok alkalmazása nem egyedül a tömegcsökkentés miatt hasznos az elektromos járművek gyártásakor, hanem a nagy szilárdság és az esetenként kiváló alakíthatóság együtt lehetővé teszik az alkatrészek, szerkezeti elemek számának csökkentését is, ami további megtakarításokat eredményez.

Az elektromos meghajtású gépjárművek különböző szerkezeti elemeinek gyártásakor felhasználható acéltípusokat legtöbbször szilárdságuk – általában folyáshatáruk – szerint csoportosítjuk. A szakirodalomban a folyáshatáruk alapján azonban nem egységesen sorolják be a különböző kategóriákba az acélokat, valamint az acélgyártók is eltérő megnevezéseket és jelöléseket alkalmaznak az általuk kifejlesztett minőségeknél.

A hagyományos, kiválóan alakítható, de kis szilárdságú acélok folyáshatára általában nem haladja meg a 210 MPa-t. A nagyszilárdságú acélok (HSS, high-strength steel) folyáshatára 210–550 MPa, míg szakítószilárdságuk jellemzően 270–700 MPa. Korszerű nagyszilárdságú acéloknak (AHSS, advanced high-strength steel) nevezik az 550 MPa-nál nagyobb folyáshatárral és 700 MPa-nál magasabb szakítószilárdsággal rendelkező acélokat [8]. Ultranagy szilárdságú acéloknak (UHSS, ultra high-strength steel) általában az 1000 MP-nál nagyobb folyáshatárú minőségeket nevezik.

Az autópárban alkalmazott acéloknál a folyáshatár és szakítószilárdság mellett további fontos jellemzők a szakadási nyúlás, az úgynevezett képlékenységi anizotrópia (r), keményedési kitevő (n) és a lyuktágítási tényező, melyek azt mutatják meg, hogy az acél milyen mértékben viseli el a különböző jellegű képlékeny alakításokat. Ezek az anyagtulajdonságok határozzák meg, hogy egy adott acél milyen típusú képlékeny alakításra a legalkalmasabb.

A nagy szilárdságuk ellenére viszonylag jól alakítható acélok közös jellemzője, hogy a szilárdság növelése érdekében mikroötvöző elemeket tartalmaznak, például titánt, nióbiiumot, vagy vanádiumot. Ezek az ötvözőelemek ugyan drágítják az acélt, de mivel a mikroötvözőket nagyon kis százalékban, esetenként néhány ppm mennyiségben használják, a jobb mechanikai tulajdonságok messzemenően ellensúlyozzák a plusz költségeket.

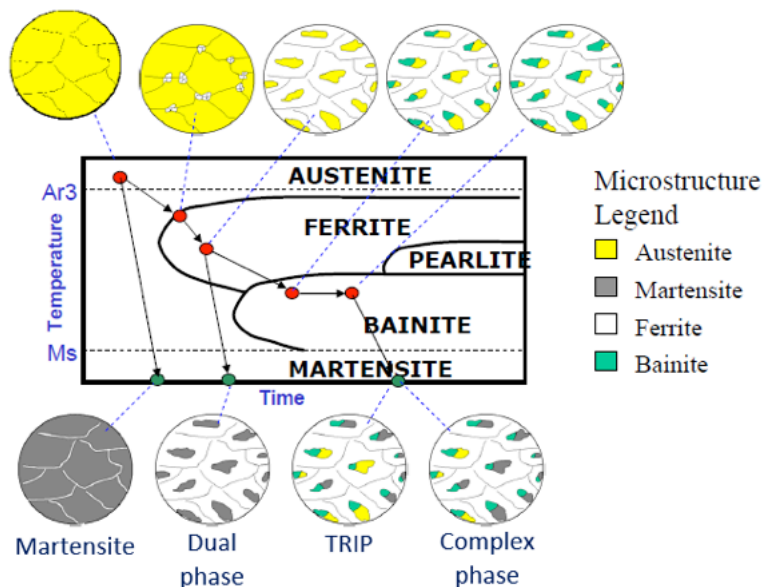
A korszerű, nagyszilárdságú acélok kitűnő mechanikai tulajdonságaikat elsősorban a hagyományos acéloktól eltérő szövetszerkezetüknek köszönhetik. A kisebb szilárdságú acélok szövete ferrites, vagy ferrit/perlites, melyben karbidok is előfordulhatnak. A nagyobb szilárdságú acélok e szövetelemek mellett, vagy helyett bénitet, martenzitet, és/vagy ausztenitet is tartalmaznak, melyeknek a kiváló mechanikai tulajdonságok köszönhetők.

[8] Mayank Kumar Singh (2016): Application of Steel in Automotive Industry. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Volume 6, Issue 7, July 2016.

[2] Shrikant P. Bhat: Advances in high strength steels for automotive applications, <https://www.autosteel.org/-/media/files/autosteel/great-designs-in-steel/gdis-2008/12--advances-in-ahss-for-automotive-applications.ashx> 2018.10.12.

Az AHSS-minőségeknél az elvárt mechanikai tulajdonságok elérése érdekében az acélt szabályozott körülmények között hűtik az ausztenites, vagy ausztenit+ferrites állapotból (8. ábra). Melegen hengerelt termékeknél a végső szövetszerkezet az utolsó hengerállvány utáni hűtőszakaszon alakul ki. Más minőségeknél a kívánt szövetszerkezet a folyamatos lágyítást követően, vagy a folyamatos horganyzás közben jön létre.

8. ábra. Korszerű, nagyszilárdságú acélok szövetszerkezetének kialakulása ausztenitesítést követő hűtéskor. [2]



Az első generációs AHSS-minőségek közös jellemzője a HSLA-(high strength low alloy, nagyszilárdságú, alacsony ötvözettségű) acélokénál magasabb folyáshatár és szakítószilárdság, ami a nagyobb szilárdságok esetén (pl. a martenzites szövetszerkezetű acélokénál) viszonylag kis nyúlással párosul.

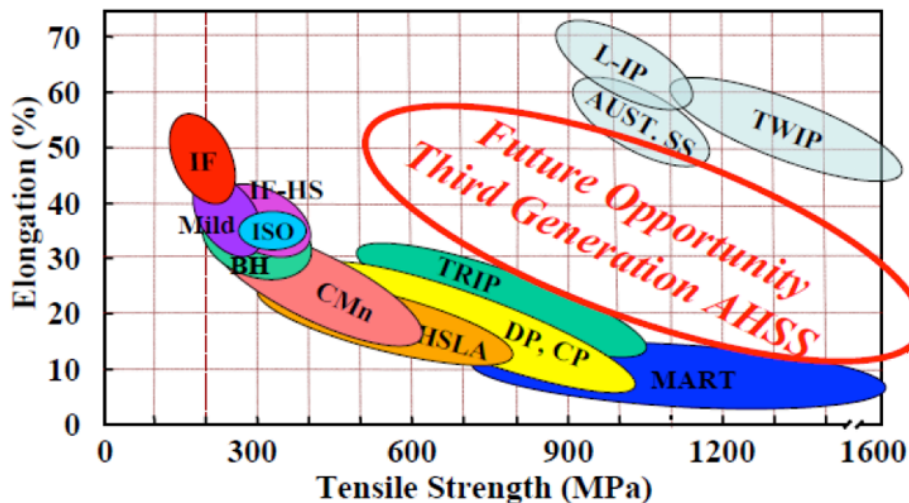
E nagyszilárdságú acélok alkalmazását hátráltatja, hogy szobahőmérsékleten nehezen alakíthatók, a melegalakításuk viszont – ha egyáltalán megvalósítható a mechanikai tulajdonságuk leromlása nélkül – költség- és időigényes a hidegalakításhoz képest.

A legismertebb első generációs korszerű, nagyszilárdságú acélok jellemző típusai: TRIP- (transformation-induced plasticity, fázisátalakulással kiváltott képlékenység) acélok, DP- (dual phase, kettős fázisú) acélok, CP- (complex phase, komplex fázisú) acélok és a MART- (martenzites szövetszerkezetű) acélok.

A második generációs AHSS-minőségeknél a kiváló szilárdság (szakítószilárdságuk nagyobb, mint 900 MPa) nagymértékű alakíthatósággal párosul. Ilyen acélok az ausztenites korrózióálló acélok mellett a TWIP- (twinning-induced plasticity, ikerképződéssel kiváltott képlékenység) acélok és az L-IP- (lightweight steels with induced plasticity, kis sűrűségű – nagy Mn- és Al-tartalmú – acélok indukált képlékenységgel) minőségek. Ezeknek az acéloknak a szakadási nyúlása meghaladhatja az 50%-ot (9. ábra).

A 9. ábra jól mutatja, hogy az első és második generációs AHSS-minőségek között a diagramon jelenleg még egy üres terület látható. Ezen a területen helyezkednek majd el a jövőben kifejlesztendő harmadik generációs acélok, melyek mechanikai tulajdonságai az első és második generációs korszerű, nagyszilárdságú acélok tulajdonságai közé esnek. További elvárás az új típusú acélokkal szemben, hogy jól hegeszthetők legyenek, és gazdaságos legyen az előállításuk.

9. ábra. A szerkezeti acélok szakítószilárdsága és szakadási nyúlása közötti kapcsolat. [8]



A tanulmány 2. része a februári lapszámunkban jelenik meg.

[8] Mayank Kumar Singh (2016): Application of Steel in Automotive Industry. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Volume 6, Issue 7, July 2016.



Az elektromobilitás időszerűsége. Szükséges, mégsem elégséges feltétele civilizációnk fennmaradásának (1. rész)

Összefoglalás: Mára kétségtelenül igazolt tény: A 18. században kezdődött ipari forradalom, így emberi tevékenység, okozza a globális felmelegedést és a kapcsolódó következményeket. Teremtett és épített világunk végjátéka majdnem elérte drámai csúcspontját. Újjá kell építeni és át kell alakítani az alkalmazott technológiákat és a vonatkozó társadalmi struktúrákat annak érdekében, hogy az emberiség képes legyen megmenteni a Földet. Nincs válsztásunk a tekintetben, hogy szeretnénk-e ezt a transzformációt, vagy sem. Meg kell tennünk. És pillanatnyilag nem tudjuk, hogy ebben mennyi időnk maradt a társadalmi-gazdasági paradigma-változás megvalósítására.

Amit könnyedén kijelenthetünk, és ami felől szemernyi kétség sem maradt: Azonnal meg kell kezdeni a rendszer újratervezését és az általános értékérték-váltást életünk minden minden területén.

Kulcsszavak: Globális klímaváltozás, társadalmi-gazdasági paradigmaváltás, fenntarthatósági közösségi társadalom, A történelem legnagyobb vállalkozása (BEH), vállalati társadalmi felelősségvállalás /CSR/ -> /(C)SR/ átalakítás.

Abstract: It is now became obvious proven fact that the global warming and related consequences were caused by human activity started at industrial revolution in 18th Century. The endgame of our World is almost reached its' dramatic peakpoint. We have to remodel, rebuild our technologies and social structures in order to be able to save the Earth. We have no choice whether we would like to do this transformation or not. We have to do. And we don't know at this time how much time do we still have to complete this socio-economic paradigm change.

What we can easily say as there is no doubt: We have to start our system re-desing and value change in all aspects of our life immediatly.

Keywords: Global climate change, socio-economic paradigm change, sustainability community society, Biggest Enterprise of the History - BEH, CSR -> (C)SR transition.

* *Dunaiújvárosi Egyetem,
Informatikai Intézet
Email: szaboistvan@uniduna.
hu*

[1] Meadows et Al (1970): The limits to Grow, www.clubofrome.org/report/the-limits-to-growth

[2] The Brundtland report (1984): Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

[3] Fenntartható fejlődési célok, (2015), ENSZ alapidokumentum, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

[4] Bioscience:

Bevezetés

Civilizációnk súlyos válságban van.

Sajnos, ma már annyira magas az emberek ingerküszöbe az új, vagy hírértékű információk iránt, hogy talán még a fenti mondat sem biztos, hogy különösebb reakciót (gondolkodásra-készítést, érdeklődést, félelmet, vagy akár nevetést) váltana ki.

Arra kérünk minden áltudományra, szenzációhajhászra gyanakodó olvasót, az ember és tudása „magasabb rendűségében hívó” szakembereket, hogy valóban vizsgálják meg a kérdéskört, szánják rá a saját álláspont kialakítására az időt és ne utasítsák el „zsigerből” a témát, azt feltételezve, hogy ez mindösszesen bulvár, sarlatánság, tudománytalanság.

Vizsgálódjunk együtt!

Képzelve el azt a léghajót, amelyik túlterhelten, szakadt vászonnal zuhan a föld felé, rajta az utasaival és már mindent (!) kidobtak, ami túlsúly, ballaszt volt a kosárban és csak az utasok vannak benne, ráadásul a szélről a vászonburkolat szitásodik, a gáz a palackban majdnem kifogyott és ez a gyorsulva zuhanó léghajókosár biztos halállal fenyegeti az utasokat.

A rossz hírem az, hogy ez a léghajó a mi bioszféránk, az utasok az emberiség és a repülés pályája analóg a civilizációnk fenntartható működési folyamataival. Ha fennmarad, fennmarad... ha nem, akkor kénytelen lesz „leszállni a földre” (mindenki, mindkét értelemben) és szembenézni a következményekkel. Ha durván túlsúlyos a léghajó, akkor nagyon gyorsan fog majd becsapódni, akár szabadesés közeli sebességgel.

A további rossz hírem az, hogy a „léghajónkon” kb. 3,5–4 milliárd embernek van helye utasként, a többi ember „túlsúlyt” képez jelenleg. Ha nem talál ki valamit az emberiség, akkor civilizációnk egyre gyorsuló tempóban fog becsapódni.

A „valami” alatt itt azokra a világot megmentő innovációkra kell elsősorban gondolkodunk, amelyek képesek a Föld eltartókéességét jelentősen megemlíni.

Ha már eltartókéesség, kénytelenek vagyunk megemlíteni a Római Klub jelentését [1], amely először jelezte földünk és jelenlegi társadalmi berendezkedésünk, a világunk tartóhatatlanságát, amelyet aktualizálva több alkalommal is kiadtak és ezek rendre megerősítették az eredeti hipotézist. Megemlíthetjük a Brundtland-jelentést [2], amelyet az ENSZ is tárgyalt és amely elemző folyamat eredménye a 2015-ben kiadott Fenntartható fejlődési célok- (SGD-k) [3] dokumentum, amely minden jelenlegi fenntarthatósággal foglalkozó cikk, tanulmány, program és terv hivatkozott dokumentuma szokott lenni.

Mindenki, aki összeesküvés-elméletekként látná a világ vészhelyzetét jelentő tudományos műveket, annak figyelmébe ajánlom annak az 15364 hivatásszerűen klímával, fenntarthatósággal foglalkozó tudósnak a 2017. novemberében kiadott petícióját [4], amelyben felhívják a világ figyelmét, kéri a világ vezetőit a trendek és folyamatok drasztikus megtörésére és egyben a világ megmentésére. Ez egyébként egy második figyelmeztetése annak az 1992-ben kiadott, 1700 tudós által aláírt figyelmeztetésnek, amely jelzi a fenntarthatósági bajokat és cselekvésre szólít fel minden érintettet.

Klímaszkeptikusok – akik tudományos érveléssel cáfolják a klímaváltozás tényét –, valamint összeesküvés-elméleteket kiáltók – akik csak legyintenek mindezen fenti tudósok professzionális véleményére, amelyet tudományos szempontból értékelni lehet – egyre kisebb gyakorisággal és egyre kevésbé hitelesen fogalmaznak meg ellenvéleményt és amely vélemények mögött egyébként komoly gazdasági-politikai érdekek sejtethetők, általában ellenpróba, bizonyítás, vagy alátámasztás nélkül, csupán a tudományos tekintélyre alapozódnak. Az ellenvélemények mögött semmilyen kutatás nem áll, csak a kételkedés, a bizonyítatlanság mellett érvelnek. Éppen az ellenkezőjét állítják a problémát azonosító kutatók véleményének, az ellentmondásukat pedig nem bizonyítják, de vakon bíznak az isteni szerencsében és jószándékban, amely csak jót hozhat. A szkeptikusok technikailag a tényadatokat negligálva adják közre retorikájukat. Mások az ok-okozati összefüggéseket vonják kétségbe.

Jelen tanulmány szerzője – mindezen pro és kontra tudósoktól független – tanulmányában (2015, www.sustainability.com) a világ végveszély-helyzetére utaló következtetésekre jutott, a világot komoly valószínűséggel fenyegeti a teljes összeomlás, melynek legelső jele a klímaváltozás és ezt bizonyosan követik majd a minden földlakót érintő, az éghajlatváltozás egyenes következményeként jelentkező drasztikus fizikai-biológiai, társadalmi és gazdasági változások.

A tanulmány 32 tételben írja le a várható folyamatokat és napjaink fejleményei napról napra igazolják ezeket a tételeket. Minden „legyintőnek” jelen sorok írója felhívja a figyelmét arra az egyszerű tényre, hogy mindenki érintett a kérdésben, hogy mindenkinek kötelessége szint vallania és valamely álláspontot elfoglaltatnia. Aki nem dönt, az a „léghajó zuhanását” támogatja. Aki azt állítja, hogy nincs is zuhanás, az szintén a „léghajó zuhanását” támogatja,

[4] Bioscience: World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice, <https://academic.oup.com/bioscience/article/67/12/1026/4605229>

[5] Szabó István (2018): Az éghajlat-változás minden képzeletet felülmúló dinamikája, <http://climenews.com/az-eghajlatvaltozas-minden-kepzeletet-felulmulo-dinamikaja> *Dunakavics*. 2018. VI. évfolyam V. szám <http://dunakavics.uniduna.hu/>

[6] Nils Bohr mondása. <http://www1.secam.ex.ac.uk/famous-forecasting-quotes.dhtml>

amely tényt egyébként nagyjából egyetlen szakember sem vitat. Mivel mindannyian benne vagyunk a „léghajóban”, ezért közös felelősségünk az, mi fog történni. A „léghajós játékban” – lévén mi mindannyian utasok – sajnos, kötelező a részvétel.

Akár szeretné, akár nem, Ön is részese ennek a játszmának. A folyamatok minden földlakót érintenek, kortól, fajtól, nemtől, politikai vagy vallási hovatartozástól függetlenül. Egy néhány percet vagy órát tén az olvasónak is megér, hogy ezek után mennyire megalapozott (vagy megalapozatlan) sok-sok tudós vészforgatókönyve, sötét jövőt jósoló közleménye. Ezért kérem, hogy Ön is keresse meg a felvázolt folyamatok „koherenciahibáit” – amennyiben vannak – és ezzel tegyük jövőnket biztonságosabbá, életünket kiszámíthatóbbá.

Szintén külön cikkben [5] számoltunk be arról, hogy a kérdéskörben megfogalmazott tudományos vélemények alakulási folyamata mennyire felgyorsult és mennyire konvergál azokhoz a folyamatokhoz és leírt konklúziókhoz, melyeket elsősorban jelen szemelvény írója is magáénak vall.

Itt álljon egy rövid összefoglalás arról, hogy ki mit mondott a klímaváltozással kapcsolatban, a Párizsi Klímaegyezmény realitását kutatók mit gondoltak és gondolnak annak valóságtartalmáról, a jövőről, amit az az 1. ábrában összefoglalunk.

A jóslás kifejezetten nehéz, különösen, ha a jövőre vonatkozik. [6] Tényszerűen jelentjük, hogy előrejelzéseinket rendre és kivétel nélkül megerősítik az összesített táblában felsorolt tanulmányok – több éves késéssel. Mindez önmagában nem különösebben volna baj, azonban tekintettel a jelenkori társadalmunk-gazdaságunk a szó legszorosabb értelmében vett „vakrepülésére”, nem tudhatjuk, hogy ezen késlekedések adnak-e még elegendő időt és lehetőséget a nélkülözhetetlen navigációs korrekciók végrehajtására? Vagy öntudatlanul, fel sem ismervé a veszélyt fogunk becsapódni a „betonfalba”, megsemmisítve mindent, amit emberi kultúrának és civilizációnak tartunk számon.

Azt szeretnénk, hogy kritikus gondolkodást felvonultatva, tudományos megalapozottsággal sikerülne a fenntartható jövőnket fenyegető valós, igazolt veszélyeket elhárítani, a jövőmentő megoldásokat pedig a közös érdekeket szem előtt tartva sikerülne megvalósítani.

1. ábra. 1,5 fokos emelkedés előrejelzés.

Kutatók	publikálás	web referencia	1,5°C elérés dátuma	Kutatási fókusz
Ben Henley és Andrew King	2017.	Trajectories toward the 1.5°C Paris target	2029	Interdecadal Pacific Oscillation (IPO), tenger felszíni hőmérséklet
Daniela Jacob és csapata	2017.	In Climate Impacts in Europe	2026...2030	Representative Concentration Pathways (RCPs)
Ying Kong és Cheng-Hai Wang	2017.	Responses and changes in the permafrost	2023...2027	17 global climate models, permafrost change
Yangyang Xu és Veerabhadran Ramanathan	2018.	paper on catastrophic climate risks	2028	„Baseline-Fast” scenario
Joeri Rogelj és társai	2017	CarbonBrief	2029...2031	„Shared Socioeconomic Pathways” (SSPs)
Andrew Schurer és kollégái	2017.	Interpretations of the Paris climate target	2023	Baseline: Pre-industrial global average temp which adds +0,3 °C

Forrás: David Spratt (www.breakthroughonline.org.au/)

AZ E-MOBILITÁS EGY LEHETŐSÉGÜNK

Az elektromos meghajtású gépek és rendszerek már több, mint egy évszázada jelen vannak az életünkben. Napjainkban az elektromos meghajtások látványos újrafelfedezését a környezetvédelem és fenntarthatósági alapelvek általános elterjedése támogatja. A kialakult közgondolkodás szerint az elektromos alapokra helyezett közlekedés (és meghajtások) nulla emisszióval képesek működni. Ez azonban bizonyos mértékig téves megállapítás, ugyanakkor a lényeg tekintve a gondolkodást és a közjó érdekét nézve helyes irányt mutat a világ fejlődésében.

Az elektromobilitás a hétköznapijainkban egyre komolyabb eredmények mentén is tetten érhető. Elektromos meghajtású autók, robogók, kerékpárok milliói lepik el az utcákat. Más újszerű közlekedési formák alakulnak, mint például a drón, az elektromos meghajtású repülőgépek, elektromos meghajtású vízi járművek. Új fogalmakat tanulunk és új infrastruktúra épül körülöttünk. A Solar Impulse csodás gépe, a Magnus Aircraft kétüléses oktató elektromos sportrepülőgépe, a V2G-technológia, az új akkumulátor-technológiák és a kapcsolódó technicus-terminus-ok egy új, környezetbarát technológia kiteljesedését, realizálását vetítik elénk. 2030-ban már mindannyian inkább elektromos autóval fogunk közlekedni és furcsán nézünk majd a benzinnel-gázolajjal hajtott „oldsmobil” járgányokra.

A kibocsájtás-mentes működés abban az esetben állja meg a helyét, amennyiben az elektromos energia előállítása ténylegesen emissziómentesen történik.

A jelenlegi villamos erőműparkot tekintve hazánkban az erőművi kapacitás 45%-a közel-kibocsátás-mentes, a 55%-a pedig erősen kibocsájtó. A mai helyzetben mondhatjuk, hogy az elektromos autózás és meghajtás teljes elterjedésével összességében mintegy 40%-os széndioxidkibocsájtás-csökkenést el tudunk érni, de önmagában az elektromos meghajtások elterjedése nem oldja meg a kibocsájtás, különösen az CO₂-kibocsátás kérdését.

Ami tovább árnyalja a képet, hogy mindezen kibocsájtás-csökkentési feladatokat globális szinten van csak értelme kezelni és tervezni, hiszen hiába vannak teljesen megújuló energiával termelő országok a világban, ha ezek mellett a világ energiatermelése túlnyomóan és erősen még mindig szennyező marad. Ebből a szempontból tehát nincs egyéni *Jó gyakorlat* vagy megoldás. Globális méretben és együttesen szükséges kezelni a problémát. Vagy minden ország, minden egyén vállalva bevállalja a technológiai átalakításokat, vagy együtt bukik a bioszféra s benne és vele mind a 7,623 milliárd földlakó polgár. Az energetika és a közlekedés kibocsátásmentessé tétele elkerülhetetlen feltétele az emberiség fennmaradásának.

Az energetikai paradigmaváltás, a technológiai kihívás a megújuló forrásból származó elektromosenergia-előállítás és tárolás körül összpontosul. Egyfelől a fenntartható energia hozzáférése nagyságrendekkel komplexebb technológiai hátteret igényel a hagyományos fosszilis energiahordozókból kinyert energiakénál. Továbbá jelenleg kevés kapacitás érhető el és jelenleg még a mai közgazdaságtani kalkulációs elvek alapján számoltan relatívan drágák is.

A fenntartható e-autózás, e-kerékpározás, e-hajózás és egyéb innovatív e-mobilitási formák elterjedése, ha lassan is, de biztosan győzni fog, ezen rendszerek általános használata megállíthatatlan trend. Ha más miatt nem is, de a jövő években, évtizedben megalkotásra kerülő drasztikus kibocsátáscsökkentést kívánó törvények és szabályozások miatt az elektromobilitás ügye megkérdőjelezhetetlen folyamattá válik, bizonyosan megvalósuló forgatókönyv lesz, amely az emberiség túlélésének egyik sarokkövét jelenti.

Mi köze az elektromobilitásnak a Föld túléléséhez?

A rossz hír hozóját utálják, pedig a rossz hírünk az, hogy kénytelenek leszünk hamarosan szembesülni a magunk okozta bajokkal. Nem is gondolnánk, hogy milyen rövid időtávon belül milyen jelentős változások történnek majd körülöttünk. Ha ilyen ütemben használjuk el a bolygó erőforrásait és tesszük tönkre a természetet, akkor már a mi életünk során, de legkésőbb a következő generáció életében nagyon fájdalmas problémákkal fogunk szembesülni.

Naponta igen nagy nevű emberek, tudósok tucatjai nyilatkoznak vészjósló jövőképeket és Földünk elkerülhetetlen pusztulási folyamatairól. Bill Gates épp a minapette közzé blogjában [7] a világ teljes megsemmisülését előrevetítő következtetéseit. De nincs néhány hete az ENSZ klímaváltozást tanulmányozó kormányközi panel (IPCC) közleménye [8] publikálásának, amely hasonló scénáriókat és végkifejleteket vetít előre. Ez a közlemény nagy szerencsénkre már nem a tényeket próbálja finomítani, eltakarni, inkább egy világméretű tájékoztatássorozat első állomásának tekinthető a 91 tudós által készített, mintegy 6000 tanulmányt elemző összefoglaló mű. Ennek hatása és következményei már minden bizonnyal visszafordíthatatlan változásokat indítanak el társadalmainkban, a világ minden szegletében. Ezen változások bölcs irányítása az emberiség minden eddigi tevékenységét meghaladó volumenű és jelentőségű kooperációs projektje lesz.

Jelen tanulmányt készítő szerző szerint a helyzet még ennél az őszinte IPCC riportnál is jelentősebb becsléseket ad rendre közre. Szerinte már ma megvan az 1,5 °C-os hőmérséklet-emelkedés és 2040-re akár 2,5 fokok is lehet a változás, az évszázad végére pedig a 8 (!) fokot is meghaladhatja az emelkedés. Több kutató is osztja a hivatalos közléseket és előrejelzéseket is felülről közelítő, pesszimista scénáriókat.

[7] Bill Gates, „Climate change and the 75% problem,” The blog of Bill Gates, https://www.gatesnotes.com/Energy/My-plan-for-fighting-climate-change?WT.mc_id=10_17_2018_06_EnergyClimateChangePlan_BG-EM_&WT.src=BGEM

[8] 91 Authors, „Global warming of 1,5°C; an IPCC special report on the impacts of global warming of 1,5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty,” <http://www.ipcc.ch/report/sr15/> <https://444.hu/2018/10/08/eveink-vannak-marcsak-hatra-hogy-megmentsuk-magunknak-ezt-a-bolygot>

[9] Mika János (2018): Az éghajlat-változás aktuális globális és hazai fejleményei. *Földrajzi Tanulmányok 2018*. Meridián Táj- és Környezetföldrajzi Alapítvány. Pp. 19–24.

Az 1. ábrán már összefoglaltuk a COP21 vállaláshoz köthető 1,5 fokos emelkedést meghaladó előrejelzéseket tartalmazó tanulmányokat, de itt kell megemlítenünk Mika János nemzetközi hírű magyar kutató tanulmányát [9] is, amely Magyarország átlaghőmérsékletének lényegesen jelentősebb arányú felmelegedését rögzíti az 1,5 °C-os célszámhoz képest.

Szemléltetve ezen változások mindennapi életünket érintő hatásait, ha azt mondjuk, hogy 2060-ban egy liter ásványvíz 3000 forint lesz, akkor talán nem tévedünk jelentősen.

Sajnos a környezeti problémák sűrűsödnek, a furcsa természeti jelenségek szaporodnak, világ egyes részein már most is éhínség van, fokozódik a vízhiány (2017-ben Fokvárosban, Kaliforniában), míg máshol özvényszerű esőzések vannak, teniszlabdányi jég hullással. Statisztikailag szignifikáns eltérés tapasztalható a tornádók tekintetében.

Egy érdekes adat: A mai lakóházaink szabvány szerint maximum 160 km/órás szélterhelésre tervezik, amennyiben egyre gyakoribbak lesznek majd a 200 km/órás szélviharok, azt már nem feltétlenül fogják ezt kibírni. Vagy nézzünk egy másik lehetséges jövőbeni hazai eseményt: Legyen csak egyszer Magyarországon egy olyan aszályos év, amikor semmiféle mezőgazdasági termény nem terem meg, akkor már nagyon késő lesz cselekedni, öntözési megoldások után kapkodni. Most kell ezekre a változásokra felkészülni, a víz-kérdésben elkezdni víztározókat építeni, most kell megállítani az ország területének tizedét kitevő Homokhátság elsivatagosodását. Ahogyan ma kell elkezdni a hazai és az egységes eurázsiai energiaellátó rendszer átépítését is. Mindeközben nagyon kifinomult megfigyelőrendszerrel kell figyelemmel kísérni a bioszféra biológiai alrendszeit, a biodiverzitást, minden organizmust, baktériumokat, gombákat, vírusokat, amelyek esetlegesen mutálódva akár tömegjárványt vagy tömeges pusztítást okozhat más állatfajokon, növényeken, embereken.

Mi lehet akkor a megoldás?

Elsősorban a természethez, az erőforrásokhoz való hozzáállásunkat és így egyben a teljes világhoz, a többi emberhez, a természeti és épített környezethez való hozzáállásunkat kellene megváltoztatni. Egyfajta *tudat- és szemléletformálásra* van szükség. Ezt a szemléletváltást már az iskolarendszer legelején, óvodában (!) el kell kezdeni. Van is erre néhány jó példa, mondjuk a szelektív hulladékgyűjtésre való jártékos nevelés, de a jó irány és szándék mellett az ezzel a baj, hogy megállunk ezeknél

a lényegében jelentéktelen hatású sablonoknál. Nem degradálva az első lépések nagyszerűségét, de ezek annyit érnek, mintha a Holdra akarnánk eljutni, és ehhez ugranánk 40 centit... ami tiszteletre méltó első kísérlet, azonban az ugrást követően ott van köztünk az a háromszáznyolcvannégyezer kilométernyi még hátralévő távolság.

Tehát ennél elképzelhetetlenül sokkal több erőfeszítésre van szükség és erre a kifejezhetetlenül nagy erőfeszítésre most azonnal és egyre nagyobb intenzitással volna szükség!

Ha folytatódna a fenntarthatóságra-nevelés tudatos oktatása a teljes iskolarendszerben, az óvodában, az iskolában, majd a középiskolában, akkor már sokkal előbbre tartanánk.

A mérnökképzésben konkrétan jelentős előrelépés lehetne a tananyagba „csempészt” fenntarthatósági szemlélet. Ilyen elem a jelen tanulmány alapján az elektromobilitás témaköre, technológiai és általános alkalmazása a közlekedésben. Az elektromobilitás, mint élő mintapéldán keresztül meg lehet valósítani a teljes komplex fenntarthatósági szemléletformálást, értékváltást is, nemcsak a technológia oktatását és az alkalmazott kutatási feladatok megoldását.

Valamint kiemelten érdemes volna foglalkozni az intelligens megoldások, mint kutatási és potenciális innovációs irány kihangsúlyozásával is. Mivel a Föld eltartóképességét csak új tudással és innovatív megoldásokkal lehet megnövelni, maximalizálni, így minden kreatív és kritikus gondolkodást támogató kompetenciafejlesztést is kiemelten támogatni szükséges az oktatásban, a klasszikus természettudományos és műszaki tárgyak mellett.

Úgy gondoljuk, hogy átfogó megközelítéssel, könnyen megérthető példák segítségével kell felhívni minél több ember figyelmét a legkritikusabb veszélyekre, amelyekkel az emberiség hamarosan szembesülni fog. A szemléletformálás témában minden Földön élő polgár érdekelt célcsoport és potenciálisan együttműködő partner is egyben.

Fenntarthatósági szempontból az utolsó pillanatok egyikénél tartunk, sajnos jelen pillanatban nincs egyetlen tudományos kalkuláció vagy becslés sem arra vonatkozóan, hogy mennyi időnk van még proaktívan cselekedni. A gyors, határozott cselekvésnek azért van helye, mert a fenntarthatatlanságból keletkező veszteségek minimalizálásának egyetlen módja a mihamarabbi helyes irányú beavatkozás. A folyamatok végén a teljes civilizáció pusztulása is reális veszélyként jelentkezik. Így a legkisebb valószínűség is emiatt elfogadhatatlan.

Változásokat az idő sürgetése miatt jószerével csak úgy tudjuk igazán hatékonyan menedzselni, ha ahhoz a jelenlegi struktúrákat használjuk. Tehát a jelenleg regnáló adminisztrációt és a gazdasági élet jelenlegi irányítóit szükséges elsősorban meggyőzni arról, hogy ebbe a folyamatba a világon minden országnak, minden szervezetnek, vezetőnek, gazdagnak és szegénynek, tehát minden egyénnek együttműködőként kell belépnie és konkrét intézkedésekkel kell elindítani a kívánt változásokat a pusztulási szcenáriók valószínűségének minimalizálása érdekében.

Tudom, hogy a fenti teljes pusztulás-forgatókönyv nagyon megfoghatatlanul hihetetlenül és idealiztikusan hangzik, jelen korunk legnagyobb problémahalmaza a fentiek mentén írható le. A mai társadal-

[10] I. Szabó,
„S.O.S.tainability”
www.sustainability.
com

makban pedig ténylegesen a világ megmentésére kell fókuszálni, és a cél ennek me-
nedzselése kell szükségszerűen legyen.

Ezt a programot teljes összefogással lehet megvalósítani. Ennek egy módszer-
tana, technikai megoldása a világtörténelem legnagyobb vállalkozása (The Biggest
Enterprise of the History [10]) lehet, ráadásul olyan „profittal”, amelyből minden
egyed földlakó tökéletesen egyformán részesül.

Tegyük fel, hogy egy „emberélet” 1 millió dollárt „ér”, ami a szokásos életbiztosí-
tások összegéből kiindulva egy megfelelő közelítés. Megmentve minden élő embert,
ez 7.632.000 milliárd USD „profitot” hozhatna a mai „közgazdaságtani számítási
modell” alapján, ami a jelenlegi Föld GDP 100-szorosa (!). Ekkor természetesen még
nem számoltuk bele a bioszféra további élővilágának eszmei értékét, ami lehet, to-
vábbi nagyságrendeket jelentene ebben a mai közgazdasági modell alapján számolt
eredményben.

Ez a kalkuláció ugyan nagyon elnagyolt és semmiképpen sem teljeskörű, de szán-
dékoltan és példa értékűen rávilágít és igazolja a jelenlegi üzleti modellek tarthatat-
lanságát embertelenségét, emberiség- és emberiség-ellenességét.

Jelen sorok írója által igen sokszor emlegetett Közösségi Fenntarthatósági Társa-
dalom lehet az a társadalmi forma, amelyben mindenki jó eséllyel bízhat egy átfogó
és még működő, de világmentő funkcióval megáldott megoldásban. Ezzel a közösségi
szemlélettel hosszú távon képes lehet megmaradni az emberiség (tehát fenntartható
módon élhet a teljes bioszféra és maga az ember is beleértve). Modern, demokrati-
kus, esélyegyenlőségi világban, de egyúttal szigorú szabályokkal, akár szankciókkal.

Ezen új társadalomelméleti modellek kidolgozása szintén a közeljövő feladata,
mert ezeket a gyökeres és tudatos változásokat nem kerülhetjük el. Ha ezek a válto-
zások szükségesek, akkor ezeket a megfelelő módon irányítani kell, biztosítandó a
változások keresztülvitelét. Mivel jelen tanulmánynak nem célja a társadalmi válto-
zások kontrollált levezénylése, ezért ezt most nem részletezzük.

Összefoglalva mondhatjuk – ismerős terminológiával – egyfajta „tervidőszakos
rendszer” vezethetünk be, ahol a tervet az élet hozza és a szabályokat a szükség írja
elő minden egyes szervezet és egyén részére. Elismerjük, ez nem túl szép jövővízió,
de talán van esély az élet megmentésére bolygónkon. Ha a pénz és hatalom helyett
az élet lesz az emberi létünk és tevékenységünk célja, mindezek teljesen más meg-
világításba kerülnek. Sokkal szimpatikusabb és elfogadhatóbb cél lehet egy újfajta
embertípus megalkotása, egy új társadalmi lét kialakítása az emberiség részére. Jelen
dolgozatnak ez szintén nem célja, így ezt sem részletezzük.

AZ EMBERI ÉLET CÉLJA

Az élet értelme az, hogy a jelenlegi emberi civilizáció, az egyetemes és természeti világ fennmaradjon és az emberek, akik benne élnek, szeretetben, boldogságban és értékes életet élve éljenek.

Ez egy egyszerű kijelentő mondat a mai világ lényegét fogalmazza meg. Egy egyszerű víziós cél, amely 7,632 milliárd ember irányítúje lehet ebben a világmegújító paradigmaváltásban.

Ma már tudjuk, hogy az élet adomány, érték és vigyázni kell rá, mert veszélyek elképzelhetetlenül hosszú sora leselkedik minden percben rá. A Tervező azért elég gondosan alakította ki a világot és támogató alrendszereit, hogy ezek minden pillanatban örködjének felette és őrizték magát az életet.

A Tervező a világunk megtervezésekor talán egyedül az emberi természetre nem fordított elegendő figyelmet, mert ugyan látta az ember korlátait, de hogy ez az egyszerű, „emberi természetben lakozó” „emberi gyarlóság”, mint hiba hová vezethet, talán nem szerepelt a forgatókönyveiben.

A „szőnyeg alá seprtet szemetek”, a ténylegesen eltemetett hulladékok, környezetrombolások, a hazugságok, az el nem végzett, de elszámolt munkák eredménye mind az élet elleni bűnök. Az tény, hogy ma a teljesítmények egyre inkább csupán papíron, vagy a virtuális térben realizálódnak, mint például a tőzsdei ügyletek jelentős hányada. Ezzel párhuzamosan a környezeti erőforrásokért a mai közgazdasági kalkuláció nem fizet. Összességében ez egy trendjeiben folyamatosan és gyorsulva romló életfeltételeket kínáló bioszférát eredményez. Az életet csak ebben a bioszférában, azzal szimbiózisban tud fennmaradni.

A bioszféra, amely a legmagasabb rendű rendszer a világot működtető rendszerek sorában, vagyis a gazdaság, a politika, a társadalom, a technológiák mind-mind alrendszerek a létező világban és a működést fizikailag biztosító bioszférában. Döntéshozóink ezért minden bizonnyal tévednek, amikor ezt az alapaxiómát nem veszik figyelembe (Elég csak az Egyesült Államok elnökének 2017. június 1-jei bejelentésére utalni... -> „Climatexit”). A természet nem legyőzhető. Együtt kell élni vele, szimbiotikus, szinergikus módon. Az emberi természet és a természet összhangját szükséges megteremteni. Ehhez megfelelő technológia és megfelelő szemlélet szükséges.

Szemléletformálás – Minden „fejben” dől el

Minden trend, minden környezeti és ökológiai mutatószám az idő előrehaladtával egyre rosszabb értékeket mutat. Nincs kivétel. Amit minden újságíró tud: Hír az, amit valaki, valamiért el szeretne titkolni, minden más csupán reklám. Ebben a felfogásban rengeteg olyan tény közlése válik fontossá és szükségessé az elkövetkező időszakban, amelyek hírértékkal bírnak. A legnagyobb veszély a civilizációkra leselkedő veszélyek elhallgatása, továbbá a fenyegető tényhalmaznak a szisztematikus megkérdőjelezése és tudatos tagadása a társadalom széles tömegei előtt.

Jelen pillanatban a természet és az emberi természet párbajozik egymással. A kimenetel nem kétséges: Győz a természet. Mi gyarló, okoskodó, a természetet „leigázni akaró” emberek vesztésre vagyunk ítélve.

Szemléletformálásra van tehát szükség.

A szemléletformálás célja egy globális közösségi környezetvédő és fenntarthatósági gondolkodás és tudat kialakítása. A tudatformálás és paradigmaváltás közösségi projektek konkrét megvalósítása által valósul meg. A projektek olyan jövőbiztos tartalommal kerülnek kialakításra, amely megoldások környezetmentő fenntartható technológiákat és társadalmi innovációkat integrálnak egységes rendszerbe.

Lényeges elem, hogy egyszerre szükséges a technológiákkal és a társadalmi struktúrákkal foglalkozni. Nincs lecsupaszított szituáció és egydimenziós megoldás. Csak komplex, integrált, *összességében jó megoldások* léteznek.

A fenntarthatóság tehát újrafogalmazza a technológiai és társadalmi rendszerek működését, ahol a kiemelt kiválósági paraméter nem önmagában a gazdaságossági hatékonyság, hanem egy jövőbiztosságot garantáló, a rendszerek fennmaradását tartósan – mondjuk 104 év időtávlat nagyságrendben – biztosító megoldások jósága. Ebben a rendszerben a természeti erőforrások „ára” beépülő költségként jelenik meg a klasszikus közgazdaságtan alapján kalkulált termékek árában, ami jelenleg szűklátókörű érdekekből fakadóan nincs „beárazva”, tehát ez a kalkuláció nem reális adatokkal számol jelenleg.

Ellentmondás tehát nincs, nem szükséges a számítási metódust, az alapelveket átírni, csupán egy fejlettebb, egy jövőszemléletű értékelést szükséges alkalmazni a meglévő tudás fejlesztésével.

A bioszféra a létünk alapja és ezt minden egyes embernek tisztelnie kell. Ezt a szemléletet meg kell tanulnia és magáénak kell vallania minden jövőmentő embernek, aki szeretné megélni a 22. századot.

Ezt a szemléletváltást friss aggyal, nyitottsággal, tervezői szemlélettel bárki megteheti. Reményeink szerint a szemléletváltás programrész sok ezer leendő környezetmentő honfitársunk felé képes lesz ezt a transzformációt elindítani és a jó gyakorlatokkal, ténylegesen eredményes megvalósított projektek mintáin keresztül, valós értékek alapján és igazi eredmények mentén az átalakítást beteljesíteni. Ehhez az együttműködési szándék és képesség kialakítása is elengedhetetlen.

A szemléletünknek alapvetően meg kell változnia ahhoz, hogy meg tudjunk felelni a mai korunk kihívásainknak. Azt az elvet szükséges befogadni, hogy nem miattunk van a világ, hanem mi egy pici részrendszerét, egy alrendszerét alkotjuk a mai társadalmunkkal, kultúránkkal, minden eddigi eredményünkkel a létező világnak, a természetnek, a bioszférának.

A bioszféra egy magasabb rendű rendszer a gazdaságénál, a társadalmainknál, az ember, mint entitás léténél. Így azt mi, emberek nem tudjuk „legyőzni” és uralni, ahogyan azt a szovjet időkben a tankönyvekből megtudhattuk, hanem csupán örülnünk kell annak, hogy egyáltalán létezőnk, és az univerzumban egy „villanásnyi idő” erejéig együtt utazhatunk a „Föld nevű űrhajón”. Élhetünk és ez a legnagyobb eredmény, amit elérhetünk.

A fenntartható életet veszélyeztető globális tényezők és trendek – tartalmukat nem részletezve – a következők:

- Túlnépesedés.
- Globális felmelegedés.
- A víz (létfenntartó tiszta ivóvíz).
- Termőföld-probléma.
- Biodiverzitás-problémakör.
- Globális szegénység.
- Migráció.
- Szennyezések.
- Természetes mutáns élő organizmusok fenyegetése.
- Tömegpusztító fegyverek teljes leszerelésének ügye.

A listázott tényezők, folyamatok meglehetősen fajsúlyos kérdések egyenként is. A felsorolás korántsem teljes. Mindezek a bajok szinergiában rombolják a bioszféra életképességét. Emellett ne is beszéljünk a stratégiai mérgezések és az egyéb nukleáris veszélyek bioszféra-degradációs kockázatairól, ipari balesetekről, véletlenül elszabaduló labor „specimen”-ekről, a világterrorizmusról és egyéb láthatatlan vagy még ki sem talált, végig sem gondolt katasztrófahelyzetekről és végveszélyekről.

A fenntarthatósággal küldetéstudatosan foglalkozó személyek, szervezetek missziójának főbb elemei az alábbiak lehetnek (a teljességre való törekvés igénye nélkül):

- Fenntarthatósággal professzionálisan foglalkozó globális közösség formálása.
- Szemléletformálás, amelynek célja elkötelezett környezettudatos és jövőmentő, önkéntes egyének kitermelése, akik képesek és akarnak is valós tevékenységgel tenni a jövőért, ennek érdekében közösségekbe szerveződnek és önként korlátozzák ökológiai lábnyomukat, alávetik magukat a jövőmentő feladatoknak.
- Újraéledő társadalom és releváns globális jog, globális rendvédelmi szervezetek, illetve kormányzási intézményrendszer kiépítése.
- A környezeti pusztulás okozta konfliktusok hatásainak szisztematikus kivédése.
- A háború, illetve ember okozta katasztrófák miatt menekülők megsegítése.
- Karitatív szemlélet és szolidaritás a hátrányos helyzetű, társadalmi perifériára szorult emberek irányában.
- *Egyedi fenntarthatósági projektek realizálása*, amelyek *új technológiák* kifejlesztésével, illetve *új tudással* képesek csökkenteni az emberiség ökológiai zavarkeltését a bioszférában, képesek a környezet működését garantálni évezredek időtávlatban.
- Tudatos családtervezés és népességszabályozás állami/ország/földrész, illetve világszinten.
- Új gazdasági teljesítőképeségi mérőszámok és fejlettségi mutatók bevezetése és ennek általános működtetése.
- Tömegpusztító fegyverek, biológiai fegyverek, vegyi fegyverek teljes betiltása és felszámolása.

A tanulmány 2. része a februári lapszámunkban jelenik meg.

Galéria

Duma Bálint fotói (sziluettek)

