

A MEZŐGAZDASÁGI SEKTOR HOZZÁJÁRULÁSA A HAZAI LÉGSZENNYEZETTSÉGI HELYZETHEZ

Horváth Krisztina Kitti ^(1,2) , Ferenczi Zita ⁽²⁾ , Mészáros Róbert ⁽¹⁾ 

⁽¹⁾ ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet,
Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

⁽²⁾ Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1.
e-mail: horvath.k@met.hu, ferenczi.z@met.hu, meszaros.robert@ttk.elte.hu

Bevezetés

A mezőgazdaság fő ágai az állattenyésztés, növénytermesztés, halászat és erdészet. Az említett fő ágakat számos tényező befolyásolja, mint pl. éghajlati feltételek, mezőgazdasági termékfeldolgozás hozzáértése, vagy természeti adottságok (napfényes órák száma, domborzati viszonyok, talaj termőképessége, éghajlati viszonyok, illetve csapadékmennyiség). Magyarország szoláris éghajlati szempontból a mérsékelt övben fekszik. Változatos termelési folyamatoknak ad lehetőséget, hogy az ország az óceáni, a kontinentális és a mediterrán klíma határterületén fekszik (Pongrácz et al., 1996).

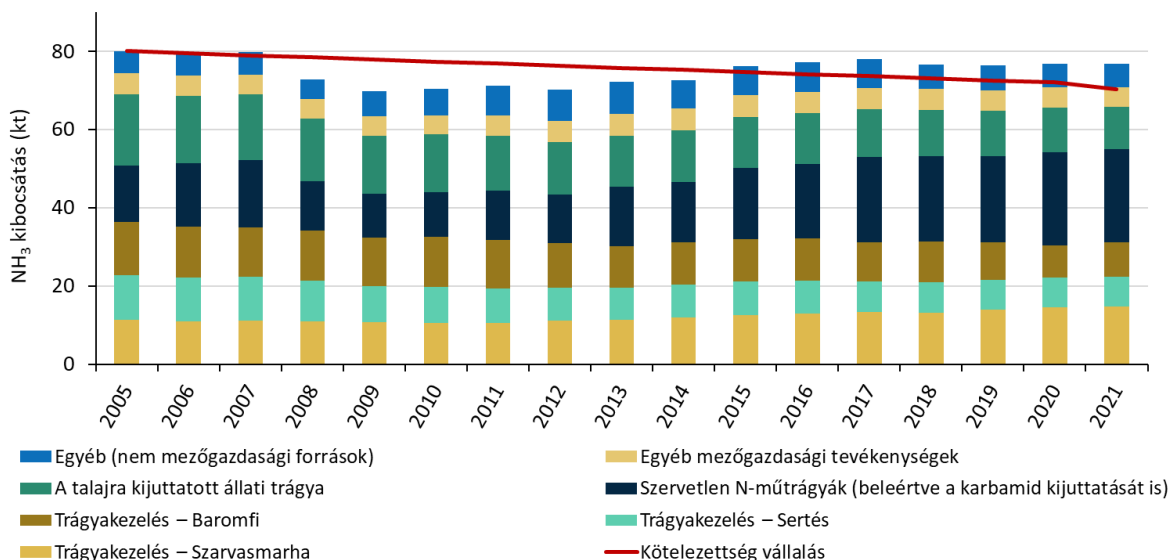
A műtrágya és növényvédőszer használata több mint 100 éve került a mezőgazdasági termelési folyamatokba. A nitrogénfixáló kémiai eljárások, mint pl. a Haber–Bosch eljárás, a XX. század elején kezdődtek, melynek köszönhetően népességszám-robbanás következhetett be, napjainkban a ma élő emberek fele a műtrágyahasználat miatt termelhető plusz élelmiszer-mennyiségnek köszönheti az életét (Neha & Jagdeep, 2023). Mivel a műtrágyák biztosítják a növényeknek a szükséges tápanyagokat, valamint a peszticidek megvédik őket a betegségektől és a kártevőktől, ezért fontos szerepet töltenek be a modern mezőgazdaságban. Azonban a növekvő mennyiségű, nem megfelelő minőségű termelési folyamatok, pl. a műtrágyahasználat helytelen alkalmazása (a növénytermesztésben használt műtrágyák nitrogéntartalmának mindössze 50%-a hasznosul, az állattenyésztésben ez az érték 10%), vagy a peszticidek túlzott használata során többlet-légszennyezőanyagok, illetve üvegházhatású gázok szabadulnak fel, melyek hozzájárulnak a légszennyezettséghez, illetve a globális átlaghőmérséklet növekedéséhez (Neha & Jagdeep, 2023). A mezőgazdasági termelések során fontos szerepet játszanak a megfelelő kezelési módszerek, melyek a szennyezőanyagok mennyiségének csökkentésében, illetve a környezetünkre gyakorolt negatív hatások visszaszorításában nyújtanak segítséget (Pozsgai, 2016).

Kutatásom során a mezőgazdaságból származó ammónia (NH_3), a másodlagos PM ammónium (NH_4^+) tartalma, valamint az elsődleges PM koncentráció alakulását vizsgálom a SHERPA (Screening for High Emission Reduction Potential on Air), egyszerűsített levegőminőség kiértékelő eszköz segítségével, Magyarország különböző területein. Vizsgálom a mezőgazdasági folyamatokat (növénytermesztés, állattenyésztés), valamint a mezőgazdasági tevékenységekhez használt járművek hozzájárulását a teljes nitrogén-dioxid (NO_2), valamint $\text{PM}_{2.5}$ koncentrációjához. A kutatások célja, hogy elemezzük az agrárszektor hozzájárulását a hazai légszennyezettségi viszonyokhoz. Az eredmények segítséget nyújthatnak egy fenntartható állapot eléréséhez.

A vizsgált légszennyezőanyagok hazai emissziója

A kutatás során olyan légszennyezőanyagokat vizsgálunk, melyek mezőgazdasági tevékenységekhez kapcsolódnak. Magyarországon az **ammónia** (NH_3) kibocsátás 92%-a 2021-ben a mezőgazdasági szektorból származott (Kis-Kovács et al., 2023). Az ammónia fő forrásai közé tartoznak az istállókban képződő trágya (legnagyobb mennyiségben a sertés, baromfi és szarvasmarha telepeken), annak tárolása és kijuttatása, valamint műtrágyázás (főként a karbamidtartalmú műtrágyák). Az NH_3 légköri koncentrációja az 1990-es évekhez képest csökkent, melynek fő okai az állatállomány drasztikus csökkenése a rendszerváltás, illetve a 2008-as gazdasági világválság. Azonban 2005 óta az ammónia légköri koncentrációja növekszik a műtrágyahasználat növekvő mennyisége, az állatállomány gyarapodása (Kis-Kovács et al., 2023), valamint a kén-dioxid (SO_2) légköri koncentrációjának csökkenése következtében, ugyanis az ammónia valamint a SO_2 ammónium-szulfátot képez, mely kiülepedve csökkenti a légköri ammónia koncentrációját (Horváth, 2003). Az SO_2 légköri koncentrációja az 1990-es évekhez képest 98%-kal csökkent, mely hozzájárult az ammónia koncentrációjának növekedéséhez (Kis-Kovács et al., 2023).

Az 1. ábrán láthatjuk az ammónia kibocsátás változását 2005 óta. Az ábrán piros vonallal megjelenik a Göteborgi Jegyzőkönyvben meghatározott légszennyezőanyag-csökkentési kötelezettségvállalási szint, mely 2021-ben 12%-ot jelentett volna [1 – EMEP Centre on Emission Inventories and Projections]. Az ammóniára vonatkozó kibocsátás-csökkentési kötelezettségeket 2015 óta nem tudja tartani Magyarország.



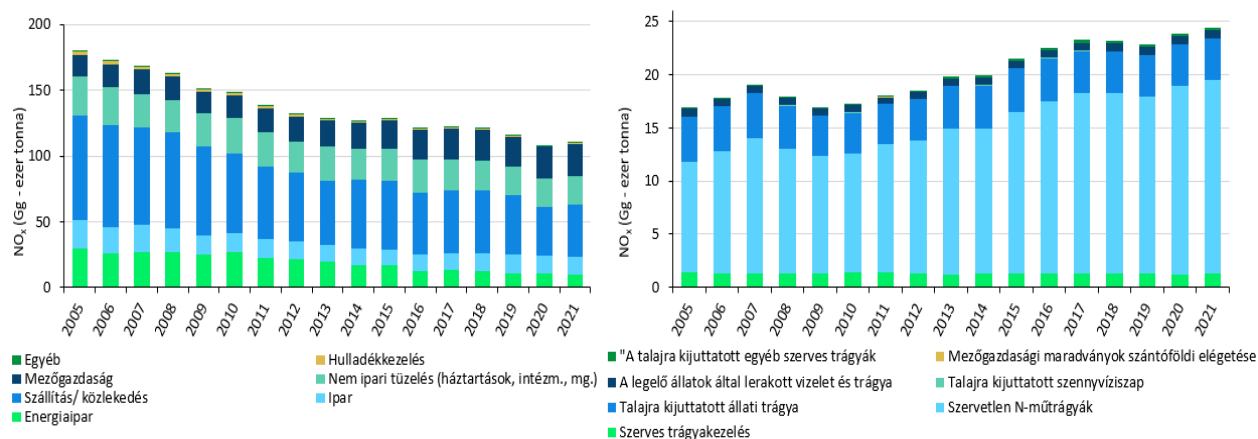
1. ábra: Az ammónia kibocsátás változása 2005 és 2021 között Magyarországon
(adatok forrása: [2 – OMSZ Nemzeti kibocsátási leltár]).

A vizsgált légszennyezőanyagok közé tartoznak az aeroszol részecskék is, elsősorban a $2,5\ \mu\text{m}$ -nél kisebb **aeroszol részecskék** ($\text{PM}_{2,5}$). A mezőgazdasági szektorból származhat elsődleges, illetve másodlagos aeroszol részecske is. Elsődleges PM források közé tartoznak a mezőgazdasági szektoron belül a növénytermesztés és mezőgazdasági talajok művelése, trágyakezelés, illetve a legkisebb részarányt képző tarlóégetés (Kis-Kovács et al., 2023). Másodlagos aeroszol képződésről az ammóniával kapcsolatban beszélünk a mezőgazdasági szektorokon belül. A légkörbe jutott

ammónia egy része visszakerül a talajba, mely hozzájárul a talajok savasodásához, a vizek eutrofizációjához (Møller & Laursen, 2015), egy másik része viszont ammóniumionokká alakul, amelyek általában az aeroszolban ammóniumsulfátot alkotnak, mely a troposzférikus aeroszol fontos alkotórésze. Ez a folyamat végbemehet a levegőben, ahol az elsődlegesen keletkezett kénsavcseppecskék az ammóniát semlegesítik (Mészáros, 1997). Az NH_4^+ -nak nagy a tartózkodási ideje, így akár távolabbi helyeken is kifejti negatív hatásait. Ha azonban a folyamat felhő- és csapadékvíz keletkezésben történik meg, akkor az NH_3 nemcsak semlegesíti a keletkező kénsavat, hanem elő is segíti az abszorbeált kén-dioxidból való szulfátképződést. Ennek egy része a csapadékvízzel visszakerül a talaj felszínére, egy másik része aeroszolként a levegőben marad (Mészáros, 1997). A $\text{PM}_{2,5}$ kibocsátását a Götebörgi Jegyzőkönyv szerint 2021-re 17%-kal kellett volna csökkentenünk a 2005-ös év kibocsátásához képest. Jelenleg az ammóniához hasonlóan az aeroszol részecskék kibocsátáscsökkentési-kötelezettségét sem tudjuk tartani [1 – EMEP Centre on Emission Inventories and Projections].

A vizsgált légszennyezőanyagok közé tartoznak a **nitrogén-oxidok** (NO_x) is. Mezőgazdasági tevékenységekből származhatnak nitrogén-oxidok trágyakezelés, növénytermesztés és mezőgazdasági talajok művelése, illetve a mezőgazdaságban alkalmazott gépek használata során. A mezőgazdasági szektorból történő NO_x kibocsátás 2021-ben a teljes NO_x kibocsátás 22%-át adta [2 – OMSZ Nemzeti kibocsátási leltár]. A nitrogén-oxidok fő forrása a közlekedésből ered (36% 2021-ben), azonban ez az arány csökkenő tendenciát mutat, a technológiai korszerűsítésének köszönhetően, mint pl. az elektromos autók, vagy az Euro 6-os motorok megjelenése, mely a futásteljesítmény növekvő értékével támasztható alá [3 – Országos Levegőterhelés-csökkentési Program]. Bár az éves NO_x kibocsátás csökken, a mezőgazdasági szektoron belül az értéke növekszik az elmúlt évek során, a növekvő szervesetlen műtrágya használatának köszönhetően (2. ábra).

A 2. ábra bal oldali grafikonján a főszektorok szerinti NO_x kibocsátás eloszlása, míg a jobb oldali grafikonon a mezőgazdasági szektor részletesebb bemutatása látható NFR (Nomenclature For Reporting) szektoronként. A jobb oldali ábra nem tartalmazza a mezőgazdaságban használt gépekből történő NO_x kibocsátást, mivel ezt a közlekedésből származó kibocsátások során tartjuk számon, ami az energiaszektorban jelenik meg.



2. ábra: Az egyes makroszektorok (bal oldali ábra) és a mezőgazdaságon belüli tevékenységek (jobb oldali ábra) NO_x kibocsátásának változása 2005 és 2021 között (adatok forrása: [2 – OMSZ Nemzeti kibocsátási leltár]).

A kutatáshoz használt adatbázisok és modellek bemutatása

Vizsgálataink során a SHERPA (Screening for High Emission Reduction Potential on Air) modellel végeztünk szimulációkat, illetve az Országos Meteorológiai Szolgálat légszennyezettségről szóló emissziós leltárak adatbázisát használtuk fel a kibocsátások időbeli változásának szemléltetésére 2005 és 2021 között [2 – OMSZ Nemzeti kibocsátási leltár]. A SHERPA az Európai Bizottság Közös Kutatóközpontja (European Commission Joint Research Centre) által kifejlesztett levegőminőség értékelő eszköz, mely forrás-receptor kapcsolaton alapul (Thunis et al., 2015). A modell $7\text{ km} \times 7\text{ km}$ -es felbontást használ, a 2015-ös meteorológiai év adataival számol.

Az EMEP által használt modellekben a kibocsátásokat és a Google Maps által használt rácsosított kibocsátásokat szintetizálták, és elérhetővé tették a CEIP [1 – EMEP Centre on Emission Inventories and Projections] weboldalán. A CEIP általi rácsosításhoz és hiánykitöltéshez az NFR14 szektor adatait 13 GNFR (Gridded Nomenclature for Reporting) szektorra összesítették. A kutatás során használt levegőminőség kiértékelő eszköz már ezekkel a makroszektorokkal számol. Az általunk vizsgált makroszektorok a következők: GNFR9 – Nem közúton mozgó gépek, GNFR11 – Állattenyésztés, illetve GNFR12 – Egyéb mezőgazdasági tevékenységek szektorai.

A modellel a „Source Allocation”, illetve „Scenario Assessment” modulokat használtuk. A „Scenario Assessment”, vagy „szcenáriók készítése” megmutatja, hogy hogyan változna az egyes légszennyezőanyagok koncentrációja, ha csökkentenénk a prekursorok kibocsátását (Clappier et al., 2019). A modul esetén a prekursorok csökkentésének mértékét százalékos értékben adtuk meg. Ezt a „reduction table” táblázaton belül szektoronként és szennyező anyagonként is megtehetjük. A szimulációkat 10–50%-os emisszióscsökkentéssel végeztük el.

A „Source Allocation”, vagy „forrás meghatározás” segítségével szolgál, hogy láthassuk, mely szektorokon belül, mely prekursorok járulnak hozzá az egyes légszennyezőanyagok koncentrációjához (Homolya & Ferenczi, 2018). Ez esetben nem tudunk százalékos csökkentési értéket megadni, a modul alapértelmezett csökkentési szintekkel működik. A háttérszennyezettség mértékét a modellel nem tudjuk befolyásolni, csak a kiválasztott területen lévő szennyezőanyag források hozzájárulását és azok hatását vizsgálhatjuk.

Eredmények bemutatása

Forrás azonosítás

Kezdetben megvizsgáltuk azt a koncentráció értéket, amelyet a modellel nem tudunk befolyásolni. A vizsgálat során ez az érték $\text{PM}_{2,5}$ -re nagyobbnak bizonyult, mint nitrogén-dioxidra vonatkozóan. Mivel a $\text{PM}_{2,5}$ hosszabb tartózkodási idővel rendelkezik, így távolabbi területekre is eljut, vagyis az általunk kibocsátott aeroszol részecskék távolabbi helyeken fejtik ki negatív hatásukat, ugyanakkor a környező országok kibocsátásai hazánk térségébe is eljuthatnak. Éppen ezért fontos nem csak lokális, hanem globális problémaként kezelni a $\text{PM}_{2,5}$ kibocsátásának csökkentését. Az összes prekursor hozzájárulását vizsgálva, a $\text{PM}_{2,5}$ esetén a nem helyi kibocsátások mértéke 69%, a további 31%-hoz legnagyobb mértékben a nem ipari tüzelés (16%), az állattenyésztés (4%), az egyéb mezőgazdasági tevékenységek (3,6%), valamint a közúti közlekedés (3%) járul hozzá országos skálán vizsgálva.

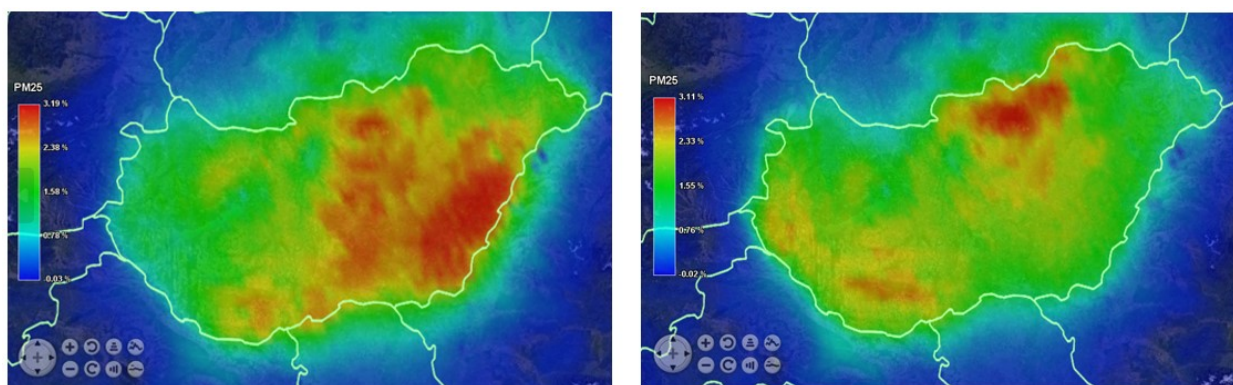
NO_x esetén ez az érték 51%. A maradék 49%-hoz legnagyobb mértékben a közúti közlekedés (23,1%), a nem ipari tüzelés (7,7%), a nem közúton mozgó gépek (6,6%), az energiatermelés (5,9%), valamint az ipar (4,9%) szektorai járulnak hozzá.

Fontos megjegyezni, hogy mind az aeroszol, mind a nitrogén-dioxid esetén a modell éves átlagokkal számol, vagyis évszakos, időszakos, vagy extrém események vizsgálata esetén az

értékek eltérőek lehetnek. Így, annak ellenére, hogy éves összesítésben nem a mezőgazdasági tevékenységek jelentik a legnagyobb kibocsátást (hozzájárulást a légszennyezettséghez), időszakosan akár jelentős terhelést is okozhatnak.

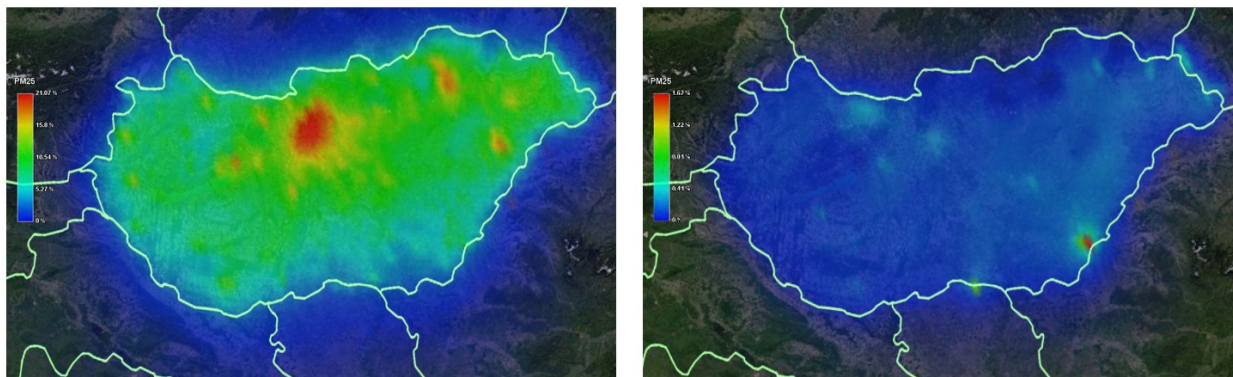
Szenáriók értékelése

A kutatás során teljes Magyarország területét vizsgáltuk. A modul használatával térképes megjelenítést kaptunk az emisszió-csökkentésének hatásáról, a mezőgazdasági szektoron belül. PM_{2,5} esetén az ammónia kibocsátását csökkentettük 10–50% között. Legkedvezőbb esetben, vagyis ha az ammónia kibocsátását 50%-kal csökkentenénk, az állattartás szektorában (GNFR11) maximálisan 3,19%, az egyéb mezőgazdasági tevékenységek szektorában (GNFR12) pedig 3,11% PM_{2,5} koncentráció csökkenést érünk el (3. ábra). Az ammónia 2005-ös kibocsátási értékének az 50%-os csökkenése az, melyet a Göteborgi Jegyzőkönyv szerint 2030-ig el kell érünk.



3. ábra: Állattenyésztés (GNFR11) (bal oldal), illetve egyéb mezőgazdasági tevékenységek (GNFR12) (jobb oldal) szektorokon belüli 50%-os NH₃ emisszió csökkentés hatására elérhető PM_{2,5} koncentráció csökkenés Magyarország területén.

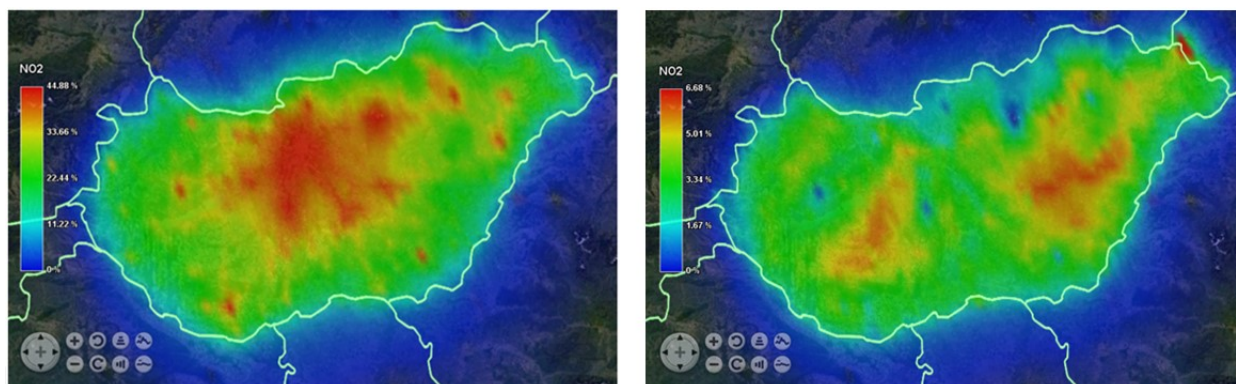
Bár az elsődleges aeroszol részecskék kibocsátásáért elsősorban a nem ipari tüzelés a felelős hazánkban, a PM_{2,5} koncentrációjának kialakulásáért a nem közúton mozgó gépek szektora (GNFR9), az állattartás szektora (GNFR11), valamint az egyéb mezőgazdasági tevékenységek szektora (GNFR12) is felelős a SHERPA számításai alapján. A SHERPA modell segítségével megvizsgáltuk, hogy hogyan változna a PM_{2,5} koncentrációja, ha az országon belül az összes PM_{2,5} kibocsátásáért felelős szektorban csökkentenénk a kibocsátás mennyiségét 50%-kal, melynek eredménye a 4. ábra bal oldali grafikonján látható. Látható, hogy a legnagyobb koncentráció változás a főváros, valamint egyéb, nagyobb települések közvetlen területén, valamint környezetében érhető el, vagyis nem mezőgazdasági tevékenységeket folytató területeken. A 4. ábra jobb oldali grafikonján már az általunk vizsgált szektorokon belül változtattuk a kibocsátás mennyiségét 50%-kal. Látható, hogy a változás mennyisége az egész ország területén elhanyagolható, vagyis valóban nem járul hozzá nagy mennyiségben a mezőgazdasági szektor PM_{2,5} kibocsátása a teljes PM_{2,5} kialakult koncentrációjához.



4. ábra: Összes szektor (bal oldal), illetve mezőgazdasági tevékenységhez kapcsolódó (jobb oldal) szektorokon belüli 50%-os elsődleges aeroszol részecske emisszió csökkentés hatására elérhető $PM_{2.5}$ koncentráció csökkenés Magyarország területén.

NO_x esetében eltérő eredményeket kaptunk (5. ábra). A mezőgazdaságban használt gépek 50%-os emissziócsökkentésével a nitrogén-oxidok koncentrációja maximálisan 6,7%-kal csökkenne, mely a jelenlegi emisszió-csökkenési tendenciával a jövőben elérhetőnek látszik. A nitrogén-dioxidnál, a $PM_{2.5}$ -el ellentétben (3. ábra) a kibocsátás változása településekre koncentrálódik, abban az esetben, ha az összes szektoron belül vizsgáljuk a kibocsátás-csökkentésének hatását (5. ábra, bal oldali grafikon). Ennek az az oka, hogy a kibocsátás nagy része települések közelében történik, ahol nagyobb a gépjárműforgalom. Ha csak a mezőgazdasági tevékenységeket vizsgáljuk, akkor láthatjuk azokat a területeket, ahol jelentősebb a mezőgazdaságban használt járművek száma (5. ábra, jobb oldali grafikon).

Láthattuk, hogy a mezőgazdasági NO_x kibocsátása az utóbbi években növekvő tendenciát mutat (2. ábra). Azonban ez a mennyiség elhanyagolhatónak tekinthető a közlekedésből származó nitrogén-oxid kibocsátáshoz képest, valamint eltérőek a térbeli eloszlások a mezőgazdaság és a közlekedés tekintetében. Mivel a forgalomból származó NO_x jobban lokalizálódik, nagyobb helyi hatása lesz, mint a mezőgazdasági szektornak. Mivel a mezőgazdasági eredetű NO_x kibocsátás elterjedtebb az egész ország területén, ezért alacsonyabb cellánkénti értékekkel rendelkezik és térbelileg homogénebb az eloszlása. Ennek részletesebb monitorozása érdekében további vizsgálatokra, újabb modellek alkalmazására van szükség.



5. ábra: Összes szektor (bal oldal), illetve mezőgazdasági tevékenységhez kapcsolódó (jobb oldal) szektorokon belüli 50%-os NO_x emisszió csökkentés hatására elérhető NO_2 koncentráció csökkenés Magyarország területén.

Jövőbeli célok

A mezőgazdasági szektorból történő légszennyezőanyagok növekedésének megállítása, valamint csökkentése nem azt jelenti, hogy le kell állítanunk a mezőgazdasági tevékenységeket, hanem azt, hogy a termelési ágazatban változtatásra van szükség. Számtalan technológia létezik a szennyezőanyagok-csökkentésére irányulva, mint pl. állati takarmányok nyersfehérjetartalmának csökkentése (mely hozzájárul az ammónia kibocsátás csökkentéséhez), szerves trágya biogáz üzemben történő hasznosítása (NH₃ kibocsátás csökkentése), vagy istállókban történő levegőszűrők alkalmazása. Ennek tisztázására további vizsgálatokra van szükség.

A SHERPA modellel nem lehetséges részletekbe menő vizsgálatokat végezni, mivel célja a döntéshozók munkájának segítése egy egyszerű és gyors alkalmazással. A jövőben a CHIMERE modell segítségével végzünk évszakos kibocsátási trendvizsgálatot, évszakos átlagos napi menetet számolunk ammóniára, PM_{2,5}-re, illetve nitrogén-oxidokra vonatkozóan. Vizsgáljuk a változó éghajlati viszonyok és a légszennyezettség kapcsolatát, a terméshozam változása és a változó éghajlati viszonyok kapcsolatát, valamint elemezzük a lehetséges emisszió-csökkentési lehetőségeket (pl. ammónia esetén a hígtrágya-tárolók szilárd tetővel, úszó fóliával való fedése).

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Éghajlatváltozás Nemzeti Multidiszciplináris Laboratórium RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú projekt keretében valósult meg.

Hivatkozások

- Clappier, A., Thunis, P., Pisoni, E., 2019: Application of the SHERPA source-receptor relationships, based on the EMEP MSC-W model, for the assessment of air quality policy scenarios. *Atmospheric Environment*, 4: 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.aeaoa.2019.100047>
- Kis-Kovács, G., Labancz, K., Ludányi, E.L., Lovas, K., Kis-Csátori, E., Tóth, V., Zubor-Nemes, A., Somogyi, Z., Tobisch, T., Király, É., Horváth K.K., 2023: National Inventory Report for 1985-2021. United Nations Climate Change.
- Møller, A.P., Laursen, K., 2015: Reversible effects of fertilizer use on population trends of waterbirds in Europe. *Biological Conservation*, 184: 389–395. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.02.022>
- Homolya, E., Ferenczi, Z., 2018: A levegőminőség elemzésének egy új lehetősége: SHERPA. *Légekör*, 63(3): 112–117.
- Horváth, L., 2003: Dry deposition velocity of PM_{2.5} ammonium sulfate particles to a Norway spruce forest on the basis of S- and N-balance estimations. *Atmospheric Environment*, 37(31): 4419–4424. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(03\)00584-3](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(03)00584-3)
- Mészáros, E., 1997: A légköri aeroszol. *Levegőkémia*, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém. 81–110.
- Neha, D., Jagdeep, K., 2023: Impact of increasing pesticides and fertilizers on human health: A review. *Materialstoday: Proceedings*, 184: 389–395. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.766>

- Pongrácz, T., Somogyi, S.T.T., Antal, E., Harangi, Sz., Szakáll, S., Papp, S., Priszter, Sz., Korsós, Z., Tardy, J., Perczel, Gy., Dányi, D., Kocsis, K., Kamarás, F., Csernák, J.S., Molnár, E., Hablicsek, L., Kapronczay, K., Illés, S., Harcsa, I., Dövényi, Z., Miltényi, K., Nyilas, M., Matics, F., Hegedűs, J., Tosics, I., Oross, J., Balogh, M., Bencze, I., Ladányi, S., Szász, K., Molnár, I., Szabóné, M.É., Schindele, M., Medveczky, I., Oros, I., Lengyel, Gy., Halkovics, L., Nyitrai, F., Csató, T., Szigeti, E., Botos, J., 1996: Mezőgazdaság. Magyarország a XX. században (szerk.: Balogh, M., Bekény, I., Dányi, D., Élesztős, L., Hernádi, L.M., Oros, I., Tiner, T.), Babits Kiadó, Szekszárd. 671–704.
- Pozsgai, A., 2016: Ökológiai gazdálkodással a biodiverzitásért. *Space - Economy – Society*, 4(1): 61–70.
- Thunis, P., Clappier, A., Pisoni, E., Degraeuwe, B., 2015: Quantification of non-linearities as a function of time averaging in regional air quality modeling applications. *Atmospheric Environment*, 103: 263–275. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.12.057>

Internetes hivatkozások

- [1 – EMEP Centre on Emission Inventories and Projections] <https://www.ceip.at/>
[2 – OMSZ Nemzeti kibocsátási leltár] <https://emep.int/>
[3 – Országos Levegőterhelés-csökkentési Program] <https://kormany.hu/>
-

ORCID

Horváth K.K.  <https://orcid.org/0009-0007-5008-7836>
Ferenczi Z.  <https://orcid.org/0000-0002-9163-4628>
Mészáros R.  <https://orcid.org/0000-0002-0550-9266>