

AZ INVERZIÓS LÉGKÖRI HŐMÉRSÉKLETI RÉTEGZŐDÉS LÉGSZENNYEZŐ ANYAGOK TERJEDÉSÉBEN JÁTSZOTT SZEREPÉNEK JELENTŐSÉGE EGY GYAKORLATI PÉLDÁN KERESZTÜL

Dr. Ágoston Csaba

Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyvűipari és Környezetmérnöki Kar,
Környezetmérnöki és Természettudományi Intézet
Környezetmérnöki Szekció

Kivonat: Az inverziós hőmérsékleti légköri rétegződés elősegítheti a lokális légköri kibocsátások helyben maradását, és ezen keresztül nagy lokális koncentrációjú immissziós állapotok kialakulását. A medencékben, völgyekben található települések esetén ez a hatás felerősödhet. A kerti zöldhulladék lakosság általi égetése medence helyzetű településeken kiugróan nagy lokális levegőterheltségi szinteket eredményezhet. Ha a lakossági avarégetés csak bizonyos időszakokban megengedett, akkor az avarégetés lokális hatása a helyszínen és egy referencia területen egyidőben végzett környezeti levegő mérések segítségével tanulmányozható. A vizsgálat sorozat eredményei a környezetmérnök képzésben sokoldalúan felhasználhatóak. Az elméleti ismeretek elmélyíthetőek, mélyebb értelmet nyerhetnek egy konkrét probléma feltárása, megoldási javaslatok megfogalmazása során.

Kulcsszavak: inverziós légköri rétegződés, avarégetés, medence helyzet, PM10, környezetmérnök képzés

BEVEZETÉS

A környezeti levegő az egyetlen a környezeti elemek között, mellyel folyamatosan kapcsolatban állunk, ugyanis a lélegzés alapvető létszükséglet. Emiatt a környezeti levegőnek mindenhol alkalmasnak kell lennie belégzésre, ahol emberek tartózkodnak. Az emberi tevékenység következtében a környezeti levegőbe kerülő levegőterhelést okozó anyagok (légköri emisszió) időben és térben jelentős eltéréseket mutató koncentrációk kialakulásához vezethetnek (légköri immisszió). A levegőterheltséget, szennyező anyagok légköri koncentrációit elsősorban a kibocsátó források sajátosságai, a légkör meteorológiai jellemzői és a domborzati tényezők határozzák meg. [1]

A környezeti levegő állapotát Magyarországon az Országos Meteorológiai Szolgálat által felügyelt Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat (OLM) elemeit képező mérőállomások által szolgáltatott mérési adatok segítségével ellenőrzik. [2] A Mérőhálózatot alkotó állomások nagy távolságban helyezkednek el egymástól, a mért értékek így a legközelebbi mérőállomástól akár több tíz kilométer távolságra elhelyezkedő településeken történő lokális kibocsátások következtében kialakuló, kis területet érintő levegőterheltség megítélésére nem alkalmasak. A lokális hatások azonban speciális esetekben jelentősek lehetnek, és így jelentős hatást gyakorolhatnak az érintett területen élő lakosság egészségi állapotára. A légszennyezettség lokális jellege különösen erős lehet akkor, ha a meghatározó három tényező, a kibocsátó források jellege, a meteorológiai állapot és a domborzat egyaránt a légszennyező anyagok szűkebb területen, és vékonyabb légrétegben történő

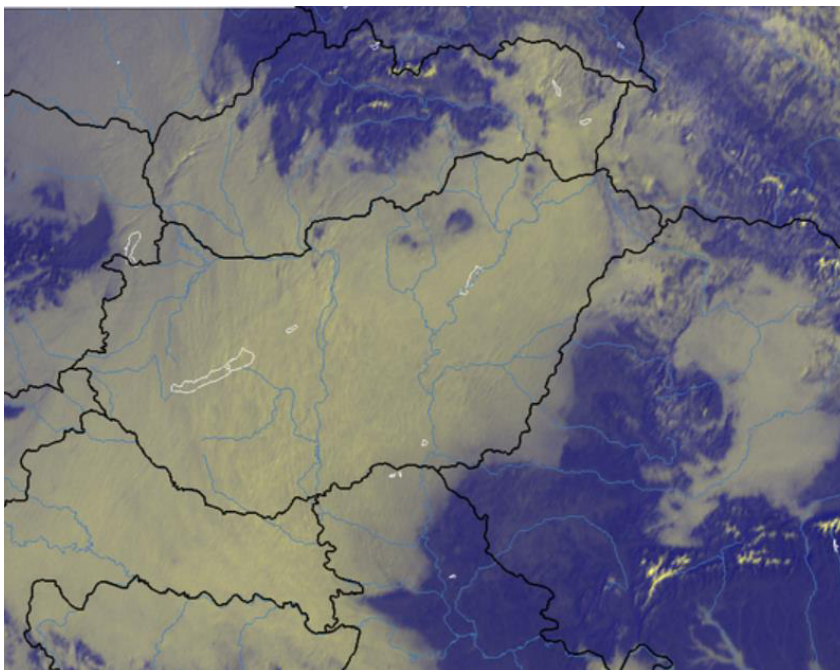
feldúsulását segítik. Egy medencében, vagy völgyben elhelyezkedő településen, szélcsendes időben végzett avarégetés esetén fennállnak ezek a körülmények. [3]

A modern környezetmérnök képzésben fontos szempont, hogy a hallgatók az elméleti ismereteiket gyakorlati példákon keresztül elmélyíthessék, és példákat lássanak a környezetmérnöki gondolkodásmódra. Ennek érdekében egy medencehelyzetű településen inverziós légköri rétegződés mellett végzett lakossági avarégetés hatásait vizsgáló méréssorozat elemzése kiváló hallgatói feladat lehet. [4]

AVARÉGETÉS MEDENCEHELYZETŰ TELEPÜLÉSEN

Az inverziós légköri rétegződés

Szélcsendes időben, tartós felhőborítottság, vagy ködös idő esetén a napsugárzás nem éri el a földfelszínt, ezért a talaj, majd a talajközeli légrétegek felmelegedése gátolt. Ebben az állapotban a talajközeli légréteg hőmérséklete kisebb, mint a felette elhelyezkedő légrétegeké, ezért sűrűsége nagyobb. Magyarország egésze egy medencében, a Kárpátmedencében található, melynek következtében a jelenség akár az Ország egészére kiterjedhet („hidegpárna”), lásd első ábra. [5]



1. Ábra: Inverziós légköri hőmérsékleti rétegződés („Hidegpárna”) [5]

Az inverziós légköri rétegződés szélcsendes időben lokálisan, kisebb területre kiterjedve, rövidebb időtartamra is kialakulhat. Gyakran megfigyelhető a hajnali, korareggeli órákban (2. ábra)



2. Ábra: Inverziós légköri hőmérsékleti rétegződés Hatvan város Nagygombos településrésze felett 2022.10.13-án 8 órakor

Az inverziós légköri hőmérsékleti rétegződés azt eredményezi, hogy a felszínközeli légrétegekbe jutó légszennyező anyagok ott feldúsulnak, és helyben maradnak, ami jelentős felszínközeli szennyezőanyag koncentrációkat eredményez. Például a lakossági szilárd tüzelés következtében a környezeti levegőbe kerülő szállópor miatt a jelenség akár szabad szemmel is megfigyelhető. Jóllehet az inverziós légköri rétegződés kiterjedése a település határain túlnyúlik, a településen folytatott tevékenység (fűtés) általi kibocsátások helyben maradnak és a település felett kialakuló szabad szemmel is érzékelhető „párna” formájában öltenek testet (2. ábra). Kisebb kiterjedésű medencék, folyóvölgyek elősegíthetik a lokális inverziós hőmérsékleti eloszlás kialakulását, és a lokális kibocsátások következtében a levegőkörnyezetbe kerülő terhelő anyagok helyben maradását, ezért a medencehelyzetű települések eseték fokozott jelentősége van a lokális lakossági levegőterhelésnek.

Sülysáp város jellemzői

Sülysáp város a Gödöllői dombság területén található a Tápió mentén. A település egy dombokkal körülölelt völgyben található, mely délnyugati irányban az Alföld felé nyitott. A településen jelentősebb ipari légszennyező források nem találhatóak, a helyi kibocsátások legnagyobb részt a lakossági tevékenységekhez köthetőek. A mérősorozat helyszínéről választott településrészen átmenő forgalom nincs, a közlekedési kibocsátások ezért nem jelentősek. A lakosság fűtési szokásai átlagosak, a többség földgázfűtést alkalmaz, a szilárd tüzelést folytatók aránya elenyésző. [4]

Az avarégetés helyi sajátosságai

A vizsgálat sorozat időpontjában az Önkormányzat helyi rendelete heti egy alkalommal, pénteki napokon 8 és 19 óra között engedélyezte a száraz kerti zöldhulladék nyílt téri égetését, kizárólag szélcsendes idő esetén. A tapasztalatok szerint alkalmanként kisszámú, jellemzően 2-4 helyszínen történt avar és zöldhulladék égetés.

Vizsgálatsorozat

2017. március-április, valamint október-november hónapokban a KVI-PLUSZ Kft. méréseket végezett Süllysápon, a lakossági zöldhulladék-égetés hatásainak vizsgálata céljából. A mintavételi pontot egy lakóház udvarán jelölték ki. A vizsgált időszakokban nitrogén-oxidok (NO/NO₂/NO_x), szénmonoxid (CO), kén-dioxid (SO₂), ózon (O₃), BTEX (benzol, toluol, etil-benzol, xilolok), szállópor PM₁₀ frakciójának folyamatos mérése, továbbá a szállópor PM₁₀ frakciójának 24 órás mintavétele és vizsgálata (tömeg, PAH), valamint bűz mintavétel és vizsgálat történt. A vizsgálatsorozat tavaszi és őszi időszakában egyaránt történt avarégetés pénteki napokon. [4]

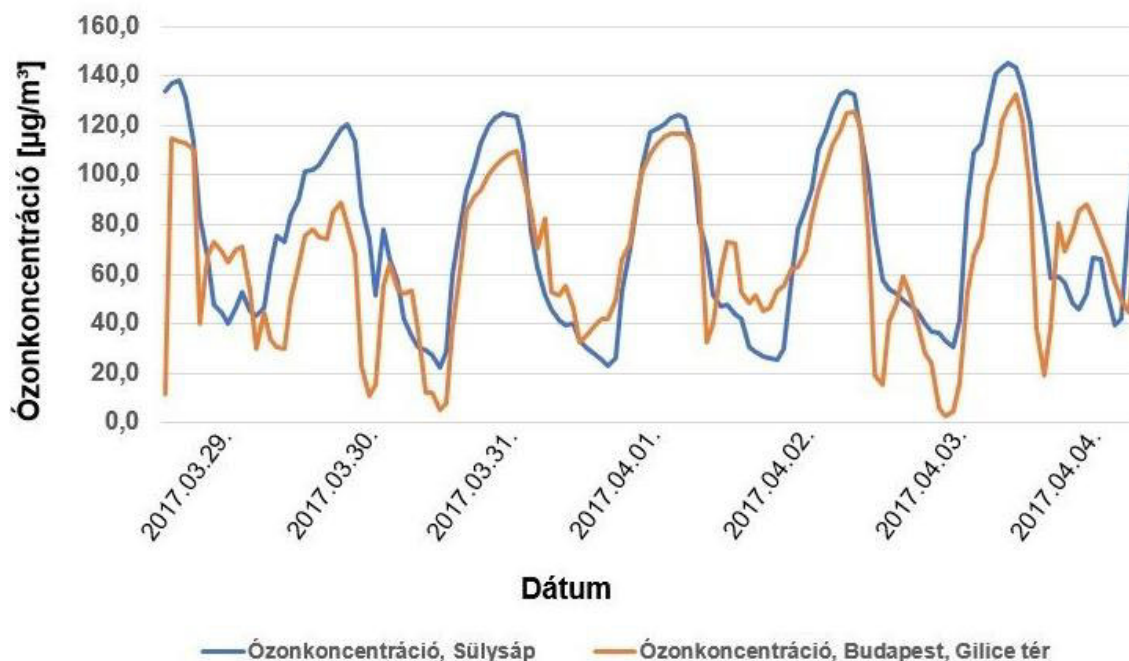


3. Ábra: Kerti zöldhulladék égetése Süllysápon 2017.03.31-én [4]

Vizsgálati eredmények és értékelésük

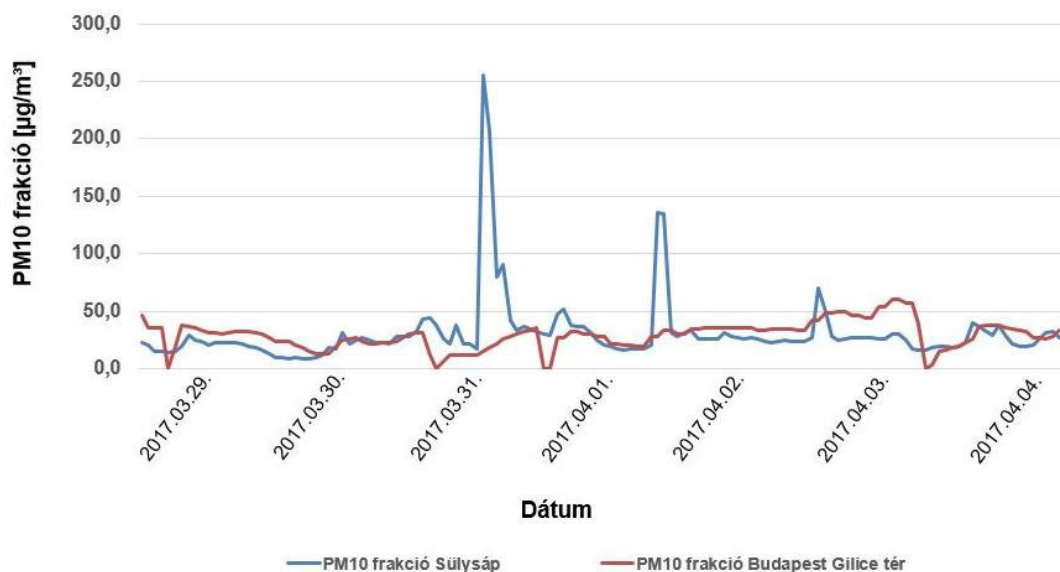
A lokális kibocsátások levegőminőségre gyakorolt hatását a Süllysápon mért koncentrációértékeknek az OLM által mért, közérdekből nyilvános adataival [6] történő összehasonlításával értékelhetjük. Az OLM mérőállomások közül a Budapest, XVIII. kerület Gilice téren üzemelő mérőállomás családi házas lakóövezetben, mintegy 30 km távolságban található a Süllysápon létesített mérőponttól. Emellett Budapesten a vizsgálat időpontjában már tiltott volt a kerti zöld hulladékok égetése, így ennek esetleges, az összehasonlítást zavaró hatásaival nem kell számolnunk.

A vizsgált paraméterek közül az ózon koncentrációja a paraméterre jellemző napszakoktól függő ingadozásokat mutatott mindkét vizsgált időszakban. A Süllysápon és a budapesti Gilice téren mért adatok jó egyezést mutattak (4. ábra). Ez azzal magyarázható, hogy a kialakuló ózonkoncentrációk elsősorban a napsugárzás intenzitásával hozhatók kapcsolataba, mely hatás mindkét mérőpontra hasonló volt, és nincs rá jelentős hatással a zöldhulladékok égetése.



4. Ábra: A Süllysápon és a budapesti Gilice téren mért légköri ózonkoncentrációk (A KVI-PLUSZ Kft. engedélyével közölt ábra.)

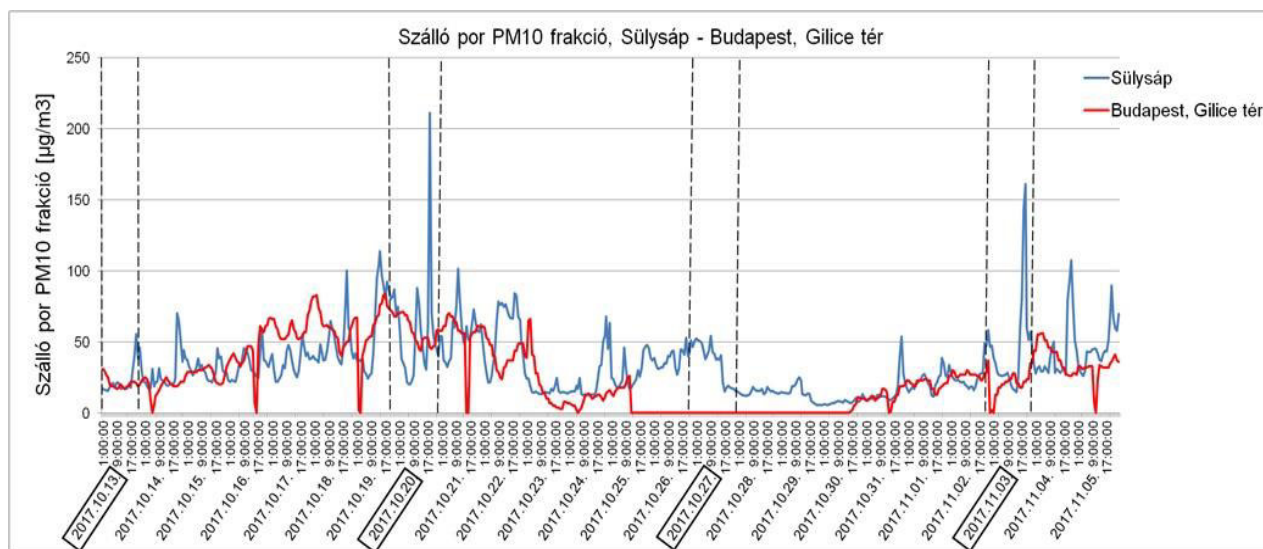
A kerti zöldhulladékok nyílt téri égetése során az alacsony láng hőmérséklet és az egyenetlen oxigénellátottság miatt jelentős szilárd részecske emissziót feltételezhetünk. A vizsgálat sorozat eredményei ezzel összhangban a PM10 adatok esetében mutatják legmarkásabban a helyi kibocsátás levegőminőségre gyakorolt hatását. A tavaszi vizsgálati időszak PM10 adatait az 5. ábrán figyelhetjük meg.



5. Ábra: A Süllysápon és a budapesti Gilice téren mért PM10 koncentrációk, 2017. tavasz [4]

Az ötödik ábrán látható, hogy a Süllysápon mért PM10 értékek a vizsgált időszak legnagyobb részében jó egyezést mutatnak a mintegy 30 km távolságra található Gilice téri mérőállomás mért adataival, ugyanakkor a 2017. március 31-én, pénteken mért értékek szignifikánsan eltérnek. A pénteki napon Süllysáp területén mért kiugróan nagy PM10 koncentráció egyértelműen kapcsolatba hozható az egyébként szélcsendes időben történő kerti zöldhulladék égetéssel.

Az őszi időszakban, mintegy egy hónapos mérésorozat eredményei alátámasztják a tavaszi mérésorozat kapcsán tett megállapítást (6. ábra). A vizsgált időszakban két alkalommal volt Süllysápon kiugróan nagy PM10 koncentráció a Gilice téri állomás adataihoz képest, és mindkét érték pénteki napon volt mérhető (2017. október 20-án és november 3-án).



6. Ábra: A Süllysápon és a budapesti Gilice téren mért PM10 koncentrációk, 2017. őszi [4]

Lakossági vélemények

A vizsgálatssorozattal egyidőben Süllysápon társadalmi vita bontakozott ki a kerti zöldhulladékok égetésével kapcsolatban. A lakosság egy része a tevékenységhez kapcsolódó légszennyezettség által okozott kellemetlenségek miatt (a kiterített ruha büdös lesz, nem lehet a kertben tartózkodni péntek délután) kezdeményezte a kerti hulladékok égetésének teljes tiltását. A kezdeményezés a lakosság egy másik szegmensének heves tiltakozását váltotta ki. Véleményük szerint a teljes tiltás indokolatlanul korlátozó, emellett nem ismertek más megvalósítható lehetőségeket a kerti hulladékok ártalmatlanítására. [7] A település önkormányzata egy interneten szabadon kitölthető kérdőív formájában nem reprezentatív szavazást bonyolított le a kérdésben. A válaszadók többsége nem támogatta a péntekenkénti kerti zöldhulladékégetés teljes tiltását (1. táblázat), ezért a szabályozás akkor érdemben nem változott.

1. táblázat: Súlysápon lebonyolított nem reprezentatív szavazás eredménye

Kérdés	Szavazat (db)
Be kell tiltani a pénteki füstölést, mivel meg lehet fulladni pénteken a füsttől. Megfelelő megoldás lehet a komposztálás, vagy a „zöldjárat” igénybevétele, azaz a kerti hulladék elszállíttatása.	206
Szükség van továbbra is arra, hogy hetente egyszer el lehessen égetni a kerti száraz hulladékot.	209
Minden nap engedni kellene az égetést, így nem lenne péntekenként elviselhetetlen a füst, jobban elosztódna, minden nap csak egy kicsit lenne füst a településen.	68

ALKALMAZÁS A KÖRNYEZETMÉRNÖK KÉPZÉSBEN

A környezetmérnök képzés elsődleges célja, hogy az elsajátított ismereteket önállóan és kreatívan alkalmazni képes szakembereket képezzünk. Ennek egyik eszköze lehet, ha a valóságban létező olyan szakmai problémákkal szembesítjük a hallgatókat, melyek megismerése, majd ezt követően egyéni vagy kiscsoportos megoldása során komplex módon alkalmazniuk kell a korábban elsajátítottakat.

A képzésben történő alkalmazás három, egymásra épülő lépésben történhet meg:

Problémafelvetés, elemzés

Ismertetjük, hogy egy településen lakossági vita zajlik az avarégetés körül. Ismertetjük, a lakosság egyes csoportjainak érveit, indokait. Közösén értelmezzük a lakossági vitát környezetvédelmi szempontból. Ezt követően a hallgatók a konkrét település ismeretében otthoni munka során készítsenek egy mintavételi és mérési tervet, mely alkalmas lehet a probléma valódi mértékének feltárására.

Értékelés

Az elkészült mintavételi terveket közösén értelmezzük, megvitatjuk, majd ezt követően ismertetjük a hallgatókkal a megvalósított mintavételi tervet és a mérési eredményeket. A vizsgálati eredményeket közösén értelmezzük.

Javaslatok megfogalmazása, érvelés

A hallgatók otthoni munka keretében javaslatokat fogalmaznak meg, melyek segítségével a tevékenység (avarégetés) megszüntethető. Ezt követően a javaslatokat közösén megbeszéljük. A feladat részét képezheti a lakosság meggyőzése is, ezért a javaslatokat közérthető érvekkel kell a hallgatóknak alátámasztani.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Barótfi István (szerk) (2003): Környezettechnika, Mezőgazda kiadó, Budapest, ISBN: 9789639239500
- [2] <https://legszenneyezettseg.met.hu/levegominoseg>
- [3] Ágoston Csaba, Pusztai Krisztina (2017): *Az avarégetés hatásai a levegőminőségre*, ZÖLD IPAR MAGAZIN VII. évfolyam, 2017. június p. 33
- [4] Ágoston Cs. „et al.” (2018): *A zöldhulladék égetés hatásai a levegőminőségre*, ZÖLD IPAR MAGAZIN VIII. évfolyam, 2018. március-április p. 32-33
- [5] https://www.met.hu/ismeret-tar/meteorologiai_hirek/index.php?id=2716
- [6] <https://legszenneyezettseg.met.hu/levegominoseg/meresi-adatok/automata-merohalozat>
- [7] Horinka László (2017): *Kerti Avar - Égessük? Komposztáljuk? Elszállíttassuk?* Sülysápi Hírforrás XI. évfolyam, 7-ik szám p. 1, p. 3

Szerző(k):

Dr. Ágoston Csaba
Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Környezetmérnöki és Természettudományi Intézet
Magyarország, 1034, Budapest, Doberdó út 6.
Telefon: +36-1-666-59-47 E-mail: agoston.csaba@rkk.uni-obuda.hu