

GAZDÁLKODÁS A TISZTA LEVEGŐKÉSZLETTEL

MÉSZÁROS ERNŐ
a földtudományok doktora

Központi Légekörfizikai Intézet, Budapest

SZEPESI DEZSŐ
a műszaki tudományok kandidátusa

Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

A társadalom környezeti rendszerében a természeti környezet egyik összetevője a levegőkörnyezet, melybe antropogén tevékenység folytán globális méretben, naponta sok millió tonna szennyezőanyag kerül.

Mivel még belátható ideig a tüzelési és technológiai folyamatoknál keletkező „hulladék” jelentős részét a légkörbe bocsájtják, a szennyeződés mértéke az erősen iparosított kontinenseken az elkövetkező 20—30 évben tovább fog növekedni. Lokális, települési vagy regionális méretben a levegőminőség javítása csak olyan mértékű beruházásokkal valósítható meg, melynek gazdasági kihatásai népgazdasági szinten is jelentősek. Figyelembe véve a légkör jelentős mértékű öntisztulási képességében rejlő lehetőségeket, már jelenleg is, de a jövőben még inkább, szükség lesz a globális és kontinentális méretben a még tiszta levegőkészlettel való tervszerű gazdálkodásra.

A levegőkészlet-gazdálkodás hazai előkészítéséhez, az eddigi törekvéseken és szemléleteken túlmenően a levegőkörnyezet legfontosabb adottságainak, lehetőségeinek interdiszciplináris szempontú, modellszerű szimuláláson alapuló vizsgálata szükséges amint azt a bevezető előadás már megfogalmazta.

Az interdiszciplináris vizsgálat módja a levegőkörnyezet esetében a rendszerelemzés, a légköri mechanizmusok és transzmissziós folyamatok modellezése, emissziós, transzmissziós és imissziós input adatok reprezentatív adatSORÁNAK mérése, szimulációs modellek optimalizálása és tervezési feladatokra való számítógépes alkalmazása.

A levegőkörnyezet transzmissziós modellje rendszertanilag a totális környezeti rendszer egységes ökológiai-gazdasági modelljének egyik szubmodellje, melynek alkalmazása lehetővé teszi a gazdaságfejlesztés és a környezetfejlesztés együttes optimumának keresését.

A levegőminőség jelenlegi helyzete

A környezeti levegő minősége településeinken Várkonyi (1973) szerint 1958—60-ban volt a legrosszabb, azóta 1972-ig javult, az utóbbi években állandósult. Budapesten elsősorban a gázprogram, azaz korszerű tüzelőanya-

gok városi használatának eredményeképpen a kén-dioxid szennyezettség az utóbbi 5 évben kb. 20–25%-kal csökkent.

Ez megmutatkozik a budapesti szmog előfordulási számának csökkenésében is. A fővárosban míg a 60-as évek elején gyenge ($0,8 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$) és közepesen erős ($1,6 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$) szmog szeptember és április között 20–25 napon alakult ki, addig a 70-es évek második felében már csak gyenge szmog fordult elő, évente 3–5 napon, novembertől februárig terjedő időszakban.

Míg a háztartási eredetű szennyezettség településeinken lassanként csökken a gépjárművekből származó emisszió mértéke meredeken növekszik és városaink belterületén uralkodóvá válik. A jövőben erre a kérdésre jóval nagyobb figyelmet kellene fordítani. Az erőművek emisszióinak további növekedésére is kell számítani.

Az ország legszennyezettebb levegőjű régiói az észak- és közép-dunántúli, valamint a borsodi iparvidék. Az ország egyéb területein az ún. vidéki levegő minősége kielégítő. Például a Kecskemét Komlói-telepen levő regionális háttérszennyezettség állomáson a kén-dioxid és nitrogén-dioxid koncentráció évi átlagértéke Budapest külterületén (KLFI) és belterületén (ELTE kertje) végzett mérések adataival összehasonlítva a következő volt:

1973–78	Évi átlag	SO ₂ µg/m ³		NO ₂ µg/m ³ (évi átlag)
		150*	500*	
Kecskemét				
Komlói telep	14	0	0	6
KLFI	73	40	1	16
ELTE	171	167	16	23

* A 150, illetve 500 µg/m³ 24 órás kén-dioxid koncentráció túllépésének átlagos évi száma napokban 1974–77-ben.

A környezeti levegőnek bármely receptor pontról mérhető koncentrációja különböző méretű szennyeződési folyamatok hozzájárulásából tevődik össze. A lokális, regionális és kontinentális méretű szennyeződések hozzájárulási mértékének tisztázására transzmissziós szimulációs modellt dolgoztunk ki és 1 évi mérés adatai alapján optimalizáltuk. A nyert eredmények a következőkben foglalhatók össze:

a) Városokon kívüli területeken a környezeti levegő kénszennyezettsége kicsi, melynek kb. 60%-a országhatárokon túli területekről származik.

b) Számos városunkban a levegő minősége rossz, a kénszennyezettség mértéke nagy, melynek több mint 25%-a városokon belüli forrásokból ered. Ezen magas koncentrációkhoz a külföldről érkező szennyeződés csak néhány százalékban járul hozzá.

c) A délnyugat-északkeleti szektorból érkező légáramlás kénsszennyezettsége az északkeleti-délnyugati szektor áramlásához képest 2,5-szer nagyobb.

d) Bizonyos mértékben a hazai emissziók is hozzájárulnak elsősorban a szomszédos országok „vidéki” levegőjének szennyezettségéhez. Az EKG országainak vizsgálatai kitérnek arra is, hogy a hazai kibocsátások milyen mértékben járulnak hozzá Norvégia déli kritikus területein a csapadék és ezen keresztül az állóvizek savasodásához. Ellenőrző számítások végzését a közeljövőben megkezdjük.

A levegőkészlet-gazdálkodás tényezői

A természetes tiszta levegőkészlettel való ésszerű gazdálkodáshoz az emisszió, a transzmisszió és az imisszió tényezőinek részletes ismerete szükséges. Akár az emissziókataszter, akár a transzmisszió vagy az imisszió mező tér- és időbeli analíziséről van szó, mindig az illető szennyeződési folyamat méretével összhangban levő, megfelelő finomságú vizsgálati módszert kell alkalmazni. A különböző méretű szennyeződési folyamatok emissziós, transzmissziós és imissziós tényezőit az 1. táblázat szemlélteti.

A tiszta levegőkészlettel való gazdálkodás hazai előkészítése elméleti és gyakorlati kérdések tisztázását jelenti. Az elméleti rész egyik fontos vonatkozása a transzmissziós összefüggések kidolgozása és optimalizálása volt. Az igazolt elméleti összefüggések alapján operatív transzmissziós modellek készíthetők az emisziós és transzmissziós tényezők egyidejű hatásának figyelembevételére.

Emissziós input adatok

Az emissziós forrásokat a reális kezelhetőség szempontjából három fő csoportba célszerű sorolni. Az első kategóriába az egyedi kezelést igénylő általában magas ($h > 150$ m) és közepes magasságú (50—150 m) helyhez kötött pontforrások tartoznak, második kategóriába a helyhez kötött területi források (pl. kommunális fűtés), harmadikba a talajközeli források (gépjárművek stb.) sorolhatók.

A különböző forrásokból származó szennyezőanyagok transzmisszióját magas pontforrás, területi forrás (boxmodell), illetve ezek kombinációjának segítségével szimulálhatjuk. Országos viszonylatban különböző szennyezőanyagokra olyan emisszió kataszterek kidolgozására van szükség melyek a transzmissziós modellek számára is érthető adatokat szolgáltatnak. Csak így válik lehetővé, hogy az emisszió a transzmissziós modell felhasználásával területi és időbeli megoszlásban jelentkező levegőminőségként legyen értelmezhető, illetve

Mért		Lokális	Városi	Regionális	Kontinentális	Globális
		szennyeződési folyamatok				
Emisszió	Jellegzetes forrástípus	p o n t é s t e r ü l e t i f o r r á s			—	—
	Kataszter egységnyi területe (km ²)	—	0,25—4,0	16—625	9 · 10 ⁴	10 ⁶
	Összemisszió	kémények	lokális f o r r á s o k	városi k o m u l a t í v	regionális e m i s s z i ó i	kontinentális
Transzmisszió	Transzmissziós tényezők	1 D	P	P	T	τ
	fontossági rendje	2 H _p	u	Z	τ _w	τ _w
		3 u	H _p	τ _w	τ	T
		4 p	C _s , C _D	τ, u	Z	—
		5 σ	σ, Z	H _p , A	C _s	τ
		6 Z, C _D	τ _D	C _s	τ _D , H _p	—
		7 C _s	τ	τ _D	C _s , σ	C _t
		8 τ _D	τ _w	CO	u	σ
		9 τ _w	p	H _p	CO	u, Z
		10 τ	H _d	p	p	H _p
Receptortól mért tartomány az áramlással ellentétes irányban (km)		0—10	0,2—40	30—200	200—3000	>3000
Immisszió	Telepítési kritérium (km)	lokális forrás-tól mért táv. d = X _{max}	d > 0,1	d > 60	d > 200	d > 1000
	Mérés magassága (m)	2	2	2—1500	2—3000	2—15 000
	Állomások száma		5—/50/város	100	50—80/kont.	8—10
	Vizsgálat tartama	1 nap	1—5 év	folyam	3—5 év	folyam
	Háttér szennyezettség	városi	regionális	kontinentális	globális	—
		f o r r á s o k b ó l s z á r m a z i k				
Levegő minőségi norma		egészségügyi és gazdasági megfontolások alapján	más területeken szabályozás több- letköltésének e l k e r ü l é s e		növény- és állat- világra gyakorolt káros hatás é r d e k é b e n	éghajlatra

I. Táblázat D = szélirány, u = szélsébség, p = szélprofil, P = szélmező, T = trajektória, tr = száraz ülepedés, τ_D = nedves ülepedés, τ = átalakulás, σ = disperzió, Z = keveredési rétegvastagsága, C_t és CO = emisszió szezonális és napi ciklusa, H_r és H_e = pont- és területi források effektív magassága

meghatározható legyen az, hogy a küszöbértéknél magasabb levegőminőség a területi emisszió milyen mértékű csökkentése esetén éri el a megengedett értéket.

Az emissziókataszter fogalmának tehát a pontforrás (t/év, g/s) emisszióján kívül az azonos fajtájú szennyezőanyagok területi forrásokból kibocsátott mértékét ($\text{gm}^{-2} \text{S}^{-1}$) is magában kell foglalnia és ezt területi megoszlásban kell részleteznie.

Transzmissziós input adatok

Az utóbbi 10 év kutatásainak eredménye alapján kidolgozott modelljeink az elszállítódás, szóródás, kikerülés és átalakulási mechanizmusok hatását leíró transzmissziós input adatokat veszik figyelembe.

a) Kontinentális és regionális méretű szennyeződési folyamatok esetén az elszállítódás irányát és sebességét mért széladatok alapján szerkesztett trajektóriák segítségével állapítjuk meg. Domborzat hatása alatt álló városok talajközeli légáramlását egy évi terepmérések adataiból, analógiás módszerrel határozzuk meg.

b) Magas forrás füstfáklyájának terjedése szempontjából azon réteg áramlási és hígulási viszonyait vesszük figyelembe, amely rétegben a kibocsátott szennyezőanyag jelentős részének kezdeti transzportja és diszperziója végbe megy.

c) Hazai vizsgálatainknál a stabilitási paraméter kvantitatív értékét a napi négyszeri magassági légállapotmérésekből határozzuk meg.

d) A keveredési réteg a talajközeli hőmérsékleti inverzió alatti konvektív határréteg. Napi vastagságának számítására módszert dolgoztunk ki.

e) Városi és ipari alacsony források emissziójának jelentős része (30—60%!) néhány órán belül a talajra, növényzetre és tárgyakra ülepedik. Magas forrásoknál a száraz ülepedés mértéke az első 2—3 órában gyengébb.

f) A kén-dioxid átalakulását légköri tartózkodásának teljes időtartamára 35—69 óra felezési idővel lehet figyelembe venni.

Rövid felezési idejű légszennyező anyagok légkörben való átalakulási és kikerülési mechanizmusát exponenciális kifogyási taggal vesszük figyelembe.

Immissziós input adatok

A szennyeződési folyamatok immissziós viszonyait a maximális szennyezőhatás, az alapterhelés és a levegőminőségi norma értékeivel jellemezhetjük.

A cél elsősorban egy forrás vagy szennyezőfolyamat maximális szennyezőhatásának vizsgálata, mely általában bizonyos időjárási feltételek esetén lép fel. A forrás szennyezőhatása a környezetben levő magasabb rendű szennyező

folyamatokból származó ún. háttérszennyezettségre szuperponálódik. A háttérszennyezettség azon értékét, mely olyan időjárási helyzetekben lép fel amikor a vizsgált forrás maximális szennyezőhatást fejt ki, megkülönböztetésül alapterhelésnek nevezzük.

A levegőkészlet terhelhetősége szempontjából gazdálkodni az $I_{n \max}$ levegőminőségi norma és az I_a alapterhelés különbségeként meghatározható ($I_v \max$ terhelhetőség) tartományon belül lehet:

$$I_{n \max} - I_a \geq I_v \max$$

A levegőkészlet gazdálkodásnak a táblázatban bemutatott fizikai tényezőit az 5 különböző mérettartomány transzmisszióját leíró meteorológiai szimulációs modellek, illetve a belőlük származtatható számítási módszerek hozzák kvantitatív összefüggésbe. Ezek alapján határozható meg lokális, városi, regionális, kontinentális és globális vonatkozásban a területi egységenként kibocsátható szennyezőanyagok mennyisége, melyek szükségtelenül nem korlátozzák a technikai fejlődést, de biztosítják, hogy az öt különböző méretű folyamat hatására a szennyezettség a megengedett szintet ne haladja meg.

Befejezésül megemlítjük, hogy itt a tiszta levegőkészlet-gazdálkodás hazai előkészítésének elsősorban rendszerszemléletű elméleti kérdéseivel foglalkoztunk. Nem érintettük a levegőkészlet-gazdálkodás hazai megvalósításának nélkülözhetetlen és anyagi ráfordítás szempontjából döntő részét kitevő olyan vonatkozásait, mint például a levegőtisztaság-védelemnek az állami munka rangjára emelése, ipari háttérének megteremtése stb.

Jelenleg ugyanis folyamatban van a levegőtisztaság-védelmi koncepció és követelményrendszer kidolgozása, mely elsősorban ezen kérdésekkel foglalkozik és hivatott annak biztosítására, hogy a levegőtisztaság-védelem a nép-gazdasági tevékenység feltételrendszerében feloldódva, a társadalmi-gazdasági tevékenység szerves részévé váljon.