

URBANIZACIJA IN ONESNAŽENJE ZRAKA

VLOGA IN NALOGE METEOROLOGIJE PRI SKRBI ZA ČIST ZRAK

Bojan PARADIŽ
Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana

551.510.42:711.4

POVZETEK

Meritve onesnaženosti zraka so pokazale, da imamo marsikje v Sloveniji že močno onesnažen zrak. Zaradi neugodnih vremenskih razmer pri nas, se visoke koncentracije pojavljajo že pri razmeroma majhnih emisijah onesnaženja. Koncentracije SO₂, višje od dovoljenih, povzročajo v naselju z nekaj tisoč prebivalci že viri za ogrevanje na trda in tekoča goriva. Emisija iz prometnih vozil in iz industrije pa razmere še poslabša.

V večjih krajih in industrijskih središčih so razmere že tako neugodne, da bo potrebno sanacijsko in preventivno ukrepati. Pokazali bomo, kako od vremenskih razmer zavisijo sanacijski ukrepi za tipične onesnaževalce v različno urbaniziranih območjih.

* * *

Vsako urbanizirano območje je večji ali manjši vir onesnaževanja zraka. Emisija onesnaženja se praviloma veča z velikostjo naselij, z gostoto naseljenosti, odvisna je od številčnosti in urejenosti lokalnega in tranzitnega prometa, od velikosti in vrste industrije ter ukrepov, ki jih industrija uporablja za zmanjšanje onesnaževanja.

Koncentracije onesnaženja v zraku so odvisne predvsem od velikosti emisije, višine in temperature, pri kateri se spušča onesnaženje v zrak, še zlasti pa od vremenskih razmer. Najvišje koncentracije se pojavljajo navadno pri emisiji iz nizkih virov onesnaženja, ob slabih vetrovih in prizemnih temperaturnih inverzijah. Takšne neugodne vremenske razmere so značilnost naše klime ter se največkrat in v najbolj ekstremnih oblikah pojavljajo v najnižjih delih dolin in kotlin, kjer je v naši ožji in širši domovini lociran dobršen del mest in industrije. V takih razmerah imamo že pri skromni emisiji visoke koncentracije onesnaženosti v zraku in prav zato spadajo večja jugoslovanska mesta med najbolj onesnažena v Evropi in na svetu.

Kako neugodne vremenske razmere pravladujejo zlasti pozimi v naših krajih, pove podatek, da povzročajo v naselju z nekaj tisoč prebivalci že individualni viri za ogrevanje na premog in tekoča goriva onesnaženje, ki je višje od tolerantnega. Onesnaženje zraka pa povečuje še emisija naraščajočega avtomobilskega prometa in industrijska emisija. Upoštevati moramo, da so v najbolj neugod-

nih reliefnih in vremenskih razmerah pri nas tolerantne koncentracije onesnaženja prekoračene tudi več kot 30 krat že pri emisiji, ki na ravninah in pri normalnih vremenskih razmerah ne predstavlja nobenih nevšečnosti.

Ne da bi se spuščali v podrobnosti, nam vse to dovolj zgovorno potrjuje že precej razširjeno mnenje, da moramo za čistejši zrak naših urbaniziranih območij energično preventivno in sanacijsko ukrepati; še posebej moramo paziti, da zraka ne onesnažimo tam, kjer je še dovolj čist.

Uspehi pri ukrepanju bodo najboljši, če bodo pri načrtovanju in izvajanju ukrepov sodelovali tehnologi raznih strok: meteorologi, zdravniki higieniki, agronomi, gozdarji, ekonomisti in poleg urbanistov še drugi načrtovalci razvoja mest, industrije, prometa ter energetske oskrbe in porabe. Nujno je sodelovanje raznih inšpekcijskih služb, samoupravnih in izvršnih organov podjetij, krajevnih skupnosti, občin, republik in ne nazadnje vseh posameznikov.

SEKUNDARNI UKREPI ZA ZMANJŠANJE ONESNAŽENOSTI ZRAKA

Naš namen je, da v tem sestavku obdelamo v kratkih potezah vlogo in naloge meteorologije pri prizadevanjih za čistejši zrak. Seveda bo morala veljati primarna skrb zmanjšanju emisije onesnaženja. Ker pa so pri tem, žal, omejitve tako tehnične kot finančne narave, bo treba izvajati tudi sekundarne ukrepe za zmanjšanje onesnaženosti zraka, pri pripravi teh pa se mora še nadalje kar najbolj angažirati meteorološka služba.

Med uspešne sekundarne ukrepe štejemo pravilno izbiro lokacij stanovanjskih in industrijskih območij, zlasti pa prailno izbiro višine dimnikov, ki dovolj visoki razpršujejo škodljive snovi, da se pri tleh ne pojavljajo previsoke koncentracije onesnaženja. Zelo učinkovit sekundarni ukrep je uvajanje daljinskega ogrevanja iz toplarn ali kotlovnice z visokimi dimniki. Ti energetske objekti pa morajo biti opremljeni vsaj s čistilnimi napravami za odstranjevanje trdnih delcev iz dimnih plinov. Nadalje sodi med uspešne sekundarne ukrepe tudi smotrna ureditev prometa in v novih delih naselij tudi pravilno načrtovanje lege in širine cest s primerno postavljenimi pasovi grmičevja in drevja.

Angažiranje meteorologije zahteva tudi priprava osnov za planiranje sanacijskih ukrepov. Potrebno je namreč ugotoviti stopnjo onesnaženosti zlasti v mestih in industrijskih območjih in določiti, koliko prispevajo k skupnemu onesnaženju pri značilnih vremenskih razmerah posamezni onesnaževalci. Le tako bo mogoče pričeti z načrtno sanacijo glavnih povzročiteljev onesnaženja zraka in z razpoložljivimi finančnimi sredstvi zagotoviti optimalne rezultate sanacije.

Med skrajne primere za zmanjšanje previsokih koncentracij štejemočasne ukrepe za zmanjšanje emisije z omejevanjem prometa, z uporabo čistejših goriv in tudi z začasnim prenehanjem obratovanja glavnih onesnaževalcev. Izredni ukrepi bi se morali izvajati ob izjemno neugodnih vremenskih razmerah le na najbolj onesnaženih območjih, da bi tako preprečili pojavljanje koncentracij, ki

prehudo škodujejo zdravju ljudi in uničujejo vegetacijo ter druge dobrine. Žal se pri nas občasno pojavljajo tudi takšne koncentracije, da bi morali izvajati tudi izredne ukrepe, katerih obseg, pričetek in konec bi morala sporazumno s pristojnimi organi predvidevati meteorološka služba.

Sekundarni ukrepi so lahko zelo učinkoviti. Na območjih z različnimi reliefnimi in klimatskimi razmerami dosežemo pri enakih emisijah iste koncentracije onesnaženja zraka pri tleh s povsem različnimi višinami dimnikov in s tem tudi z bistveno različnimi finančnimi sredstvi. Tak primer najdemo že kar v Sloveniji. Termoelektrarna Trbovlje I in II spušča pri srednji kvaliteti premoga in polnem obratovanju iz 80 in 100 m visokih dimnikov v zrak okrog 150 ton SO₂ na dan. Kadar je razvita inverzna zaporna plast, ki leži v dolini Save navadno med 260 in 320 m nad dnem doline, le-ta povsem prepreči dviganje dimnih plinov iz ozke doline. Zato se pri slabih vetrovih ob višjih pobočjih pojavljajo izredno visoke koncentracije SO₂, ki v polurnih poprečnih celo presegajo 20 mg/m³. Tolerantna polurna koncentracija SO₂ je 0,75 mg/m³. Med trajanjem lokalne inverzije, ki se v Zasavju pojavlja približno 30% vsega časa v letu, so pobočja, ki ležijo nad njo, pred dimnimi plini povsem zaščitena. Ob razbijanju inverzij pa se vali proti višjim pobočjem Kuma zelo onesnažen zrak, tako da se za krajši čas do ene ure tudi v višjih predelih pojavljajo koncentracije prek 10 mg SO₂/m³. Očiten rezultat tako nemogočih razmer je več tisoč hektarov poškodovanih gozdov, od tega je 500 ha popolnoma uničenih. Torej zaradi neprimerne lokacije in prenizkih dimnikov Termoelektrarne Trbovlje v dolini Save med trboveljsko železniško postajo in Zidanim mostom že resno grozijo erozijski procesi.

Termoelektrarna Šoštanj I, II in III spušča iz 100 in 150 m visokih dimnikov pri polnem obratovanju prav toliko SO₂ kot TE Trbovlje, to je 150 ton SO₂ na dan. Lokalna inverzna zaporna plast pa leži tu le 80 do 100 m nad dnem doline in tako štiti, kadar je razvita, dno doline pred vplivom emisije SO₂ iz TE Šoštanj. Vpliv Termoelektrarne na onesnaženje zraka v okolici je bolj zaznaven pri normalnih vremenskih razmerah. Vendar so v vseh primerih koncentracije, ki jih povzroča TE Šoštanj v dolini, tj. v Šoštanju in Velenju, nižje od dopustnih, le na bližnjih više ležečih pobočjih so koncentracije do 0,5% časa višje od dopustnih, ekstremne vrednosti pa ne presegajo 2 mg/m³. Tako v okolici TE Šoštanj ni zaznavnih poškodb na gozdovih, na katerih se sicer hitro pokažejo škodljivi učinki onesnaženega zraka. Komaj zaznavne poškodbe so bile ugotovljene le na najbolj občutljivih vrstah gojenih rastlin na najneugodnejših, više ležečih lokacijah.

Sanacija kritičnih razmer, ki jih povzroča onesnaženje iz TE Trbovlje, se rešuje z gradnjo 360 m visokega dimnika. S tem dimnikom bo pred onesnaženjem iz Termoelektrarne Trbovlje II dolina povsem zaščitena ob razvitih lokalnih inverzijah, to je ravno tedaj, ko se pri sedanjih višinah dimnikov pojavljajo katastrofalno visoke koncentracije SO₂. V više ležečih predelih pa se bodo pretežno pri vetrovnem vremenu občasno pojavljale koncentracije do okrog 2 mg SO₂/m³, kar je tudi občutno manj kot sedaj.

Približno enako stopnjo onesnaževanja okolja, ki ga bo povzročala TE Trbovlje II s 360 m visokim dimnikom, bi povzročale TE Šoštanj I, II in III, če bi vse enote imele skupen 130 m visok dimnik. Iz primera torej vidimo, da je mogoče z visokimi dimniki uspešno preprečevati previsoke koncentracije onesnaženja v prizemni plasti zraka. Na različnih lokacijah, so glede na reliefne in klimatske razmere za isti doseženi efekt potrebne bistveno različne višine dimnika, kar bistveno vpliva na višino finančnih sredstev, ki jih moramo vložiti za varstvo zraka pred onesnaženjem v različnih območjih.

Na primeru iz Šaleške doline bi želeli opozoriti še na drug primer uspešnega varstva zraka pred onesnaženjem. Stanovanjski in poslovni prostori v Velenju in velenjska industrija so v glavnem ogrevani z vročo vodo iz Termoelektrarne Šoštanj. Omenili smo že, da pri obstoječih višinah dimnikov in nizki inverziji TE Šoštanj ne onesnažuje Velenja s previsokimi koncentracijami SO₂. Če v Velenju ne bi uporabljali daljinskega toplarniškega ogrevanja, bi se dimni plini iz individualnih kurišč in manjših skupinskih kotlovnice akumulirali pod nizko inverzijsko zaporno plastjo. Emisija onesnaženja iz številnih kurišč bi se v tem primeru razporejala v majhni prostornini, rezultat tega pa bi bile visoke koncentracije onesnaženosti v Velenju, ki bi znatno presegle še tolerantne vrednosti. Velenje sodi torej le zaradi uporabe daljinskega ogrevanja med redka manjša slovenska mesta, ki imajo koncentracije SO₂ in dima nižje od tolerantnih. Zaradi zadostnih sekundarnih ukrepov celo ne motijo velike emisije SO₂ iz termoelektrarne Šoštanj.

Tudi v Ljubljani zasledimo uspehe pa tudi neuspehe pri prizadevanjih za boljši zrak. Podatki kažejo, da se poraba toplotne energije v Ljubljani neprestano naglo povečuje. Kljub temu so se v zadnjih nekaj letih koncentracije SO₂ zmanjšale skoraj za polovico. Razlog za zmanjšanje koncentracij SO₂ so ugodne vremenske razmere v zadnjih letih, deloma uporaba čistejših goriv in boljših peči, v veliki meri pa daljinsko ogrevanje iz dveh toplarn, ki imata po 100 m visoka dimnika. Koncentracije SO₂ in deloma tudi dima bi še občutnejše zmanjšali, če bi s toplarniškim ogrevanjem nadomestili več individualnih kurišč za ogrevanje in manjših skupinskih kotlovnice z nizkimi dimniki ali pa če bi v njih uporabljali čistejša goriva. Stanje bi se tudi izboljšalo, če bi bila dimnika obeh toplarn še višja.

Po doslej zbranih podatkih leži močna inverzijska zaporna plast nad Ljubljano precej visoko, pogosto med 200 in 250 m nad dnem kotline, zato velikokrat preprečuje tudi odvajanje dimnih plinov iz toplarn nad inverzijsko zaporno plast in s tem tudi odvajanje iz območja ljubljanske kotline. Povsem zagotovo bi bile tudi v zadnjih letih koncentracije SO₂ in dima v Ljubljani še višje kot pred leti, če bi 250 GKal toplotne energije na uro, kolikor jo za ogrevanje proizvedejo v toplarni, pridobivali z individualnimi pečmi in v manjših skupinskih in individualnih kotlovniceh z nizkimi dimniki.

Žal zmanjšanje koncentracije SO₂ in deloma dima še ne pomeni, da je zrak v Ljubljani čistejši, kot je bil pred leti. Zaradi naraščajočega avtomobilskega prometa, ki je pri slabi prepustnosti cest zelo počasen, se dvigajo zlasti ob

prometnih cestah skupne koncentracije dušikovih oksidov, ogljikovega monoksida, svinca in ogljikovodika nad tolerantne vrednosti. To potrjujejo tudi rezultati prvih sistematičnih meritev tipičnih onesnaževalcev avtomobilske emisije, ki jih je v zadnjem letu opravil Hidrometeorološki zavod SR Slovenije. Ugotovitve so še poraznejše, ker se v določenih vremenskih razmerah že pojavljajo zelo škodljivi produkti fotokemičnih reakcij v onesnaženem mestnem zraku. Ta podatek nas resno opozarja, da bo potrebno poleg onesnaženja z SO₂ in dimom resno obravnavati še emisije avtomobilskega prometa in na vsak način preprečiti, da bi se pojavljali v previsokih koncentracijah.

NALOGE METEOROLOŠKE DEJAVNOSTI PRI SKUPNIH PRIZADEVANJIH ZA ČISTEJŠI ZRAK

Kot smo že omenili, je marsikje v Sloveniji in Jugoslaviji, zlasti zaradi neugodne klime, že pri sorazmerno majhnih emisijah preveč onesnažen zrak in potrebno bo sistematično ukrepati. Da bo načrtovalcem in izvajalcem konkretnih ukrepov omogočeno uspešno delo, se mora meteorološka dejavnost na tem področju še povečati ter izboljšati sodelovanje med vsemi, ki skrbijo za varstvo zraka in tistimi, ki zrak onesnažujejo.

Če na kratko povzamemo, je naloga meteorološke službe, da s sodelovanjem kemikov in matematikov, ki poleg meteorologov delujejo v meteorološki službi, ter ob sodelovanju drugih sorodnih inštitucij opravljajo naslednja dela:

1. spremljajo onesnaženost zraka na osnovi obdelav svojih meritev parametrov onesnaženja in meteoroloških parametrov ter meritev drugih inštitucij;
2. objavljajo in arhivirajo dobljene podatke in izsledke;
3. ugotavljajo vzroke za spremembe onesnaženosti;
4. razvrščajo SR Slovenijo v območja po stopnjah onesnaženosti zraka v skladu z določili, ki so predvidena v republiškem zakonu o varstvu zraka pred onesnaženjem;
5. določajo osnove za izdelavo sanacijskih načrtov na območjih, kjer koncentracije onesnaženosti presegajo dovoljene ali kritične vrednosti;
6. pripravijo osnove za preventivne in sanacijske ukrepe, ki so vezani na disperzijo in odvajanje onesnaženosti - višina dimnikov, ocene lokacij ali mikrolokacij novih virov onesnaževanja, sodelujejo pri načrtovanju izrabe in ureditve prostora, urbanističnih načrtih ter ureditvi prometnih komunikacij in prometa;
7. ugotavljajo uspešnost izvajanja sanacijskih načrtov in določajo dodatne koncentracije, ki jih povzročajo novi ali rekonstruirani viri onesnaženosti;
8. opozarjajo za pričetek in konec izvajanja izrednih ukrepov za zmanjšanje emisije v primerih, ko bi brez ukrepov onesnaženost tako narasla, da bi bilo neposredno ogroženo zdravje ljudi in živali, kakor tudi vegetacija in druge dobrine;

9. Spremljajo posledice onesnaženega zraka na mikroklimatske spremembe.

Naštete naloge so obsežne in vse po vrsti zahtevajo poznavanje zveze med emisijo, vremenom in koncentracijami onesnaženja. Rezultati dela bodo uspešnejši, če bomo kar največ izkoristili že zbrane domače in tuje izkušnje. Zaradi specifičnih kritičnih vremenskih razmer, ki so značilne za našo klimo, tujih izkušenj ne bomo mogli veliko uporabljati ravno za primere, ko se pojavljajo najvišje koncentracije onesnaženosti. Zato je nujno, da s smotno delitvijo dela in izmenjavo izkušenj v okviru države in zunaj nje izdelamo modele za določanje emisije onesnaženosti z različnimi parametri, kritičnim vremenom in koncentracijami onesnaženosti za uporabo v ravninah, širokih dolinah, ozkih odprtih in polzaprtih dolinah ter kotlinah. Podobne zveze za značilne reliefne razmere pri neinverzijskih vremenskih razmerah pa bi morali pripraviti predvsem na podlagi že obsežnih tujih izkušenj.

Glede na to, da imamo podatke o onesnaženosti zraka na voljo za malo krajev, pa še ti so po večini nepopolni, bo potrebno za hitro pridobivanje ustreznih vrednosti o onesnaženosti uporabljati kombinirane tudi maršrutne meritve onesnaženosti in meteoroloških parametrov, že zbranih meteoroloških podatkov in emisijskih vrednosti v posameznih območjih. Od meteoroloških podatkov je potrebno v ta namen zboljšati predvsem podatke o vetru, obdelati cirkulacijo zraka v značilnih reliefnih razmerah in začeti sistematično ugotavljati karakteristike lokalnih, nizkih advektivnih in subsidenčnih inverzij.

Posebno pozorno bo treba obdelati vpliv, ki ga ima na onesnaževanje zraka avtomobilska emisija in fotokemični procesi v onesnaženi atmosferi, ter nadaljevati s prizadevanji za prognoziranje visokih koncentracij za potrebe izvajanja posebnih ukrepov.

Prioriteto pri proučevanjih morajo imeti najbolj onesnažena območja in tisti kraji, ki se urbano in industrijsko najbolj razvijajo.