

## PROIZVODNJA ENERGIJE IN VARSTVO ZRAKA

Bojan PARADIŽ, dipl.ing.  
Elektroinštitut "Milan Vidmar"

Pri obravnavanju vplivov TE na kakovost zraka naletimo na polno protislovij. Vsekakor električna energija na mestu porabe neposredno ne onesnažuje zraka. Zato pa je na mestu proizvodnje v TE onesnaževanje veliko ter v odvisnosti od vremenskih in reliefnih razmer bolj ali manj ogroža okolico. Če so kraji v bližini TE iz nje daljinsko ogrevani, izpade emisija iz drobnih nizkih virov za ogrevanje, ki najbolj onesnažujejo prizemne plasti zraka, s tem imajo daljinsko ogrevani kraji čistejši zrak. To pa ne velja za bližja pobočja v reliefno razgibani okolici TE, ki jih velika emisija občasno ogroža. V nadaljevanju bomo opozorili na navedena in druga manj znana protislovja in obravnavali varstvo zraka iz različnih izhodišč.

### 1. Proizvodnja energije in onesnaževanje zraka pri sedanji opremljenosti slovenskih termoelektrarn

Vse slovenske termoelektrarne uporabljajo premoge z nizko kurilnostjo - pretežno pod 10 MJ/kg, s sorazmerno visoko vsebnostjo žvepla - od 0.5 do 3.5 utežnih % in z veliko količino negorljivih snovi - do 40 %. Zato je v dimnih plinih veliko žveplovega dioksida - do 20 g/Nm<sup>3</sup> suhih dimnih plinov, v elektrofiltre prihajajo dimni plini z veliko količino trdnih delcev do 80 g/Nm<sup>3</sup> suhih dimnih plinov. Pri uporabi naših premogov so v kuriščih nižje temperature, navadno med 1050 in 1150 stop C, zato imamo nižje emisije dušikovih oksidov, znašajo manj kot 0.7 g/Nm<sup>3</sup> suhih dimnih plinov (kot NO<sub>2</sub>). To je polovična vrednost emisije NO<sub>x</sub> v TE na črni premog, ki imajo v kuriščih višje temperature - okrog 1300 stop C. Odvisno od kakovosti premogov so v dimnih plinih še druge škodljive snovi: fluoridi, kloridi in še kaj, ki pa v dimnih plinih slovenskih TE ne nastopajo v nevarnejših koncentracijah.

Pri proizvodnji električne energije v TE se koristno izrabijo le tretjina primarne energije. Zato bi se morali bolj zavedati, kako dragocena je v TE pridobljena električna

energija. Upravičeno jo uporabljamo tam, kjer to zahtevajo tehnološki procesi. V TE proizvedeno električno energijo pa je najmanj smotrno in upravičeno uporabljati za neposredno ogrevanje prostorov, saj lahko to počnemo s cenejšimi ogrevalnimi napravami in zaradi boljšega izkoristka primarne energije tudi z manjšim onesnaževanjem okolja.

Proizvodnja električne energije v vodnih elektrarnah ne onesnažuje zraka, vendar je ni dovolj. Zaradi slabše vodnosti rek je najmanj pridobimo pozimi, ko jo najbolj potrebujemo. Proizvodnja slovenskih vodnih elektrarn je skromna tudi ob jesenskih sušah. Zato proizvedejo pozimi TE okrog 60 % električne energije, HE pa manj kot 20 %. V letnem povprečju pa proizvedejo TE 46 %, HE 33 % in NE 21 % električne energije v Sloveniji. Podatki so za leto 1985 in se iz leta v leto nekoliko razlikujejo, odvisno od vodnosti rek, pripravljenosti elektrarn in od porabe.

Zaradi slabega izkoristka in slabih premogov, ki jih uporabljajo slovenske TE, se za proizvodnjo 1 kWh električne energije sprosti v zrak veliko SO<sub>2</sub>. Ta količina se spreminja v odvisnosti od starosti, velikosti in sodobnosti objekta, kolikor se s tem spreminja izkoristek TE. To lepo vidimo na razlikah v TEŠ, kjer vsi bloki uporabljajo enak premog. Največje razlike med TE so seveda posledica različnih kurilnih vrednosti in vsebnosti žvepla v premogih. V tabeli 1 navajamo emisije SO<sub>2</sub> na proizvedeno kWh električne energije, ki smo jih izračunali po podatkih iz leta 1985.

Tabela 1: Emisija SO<sub>2</sub> v g na proizvedeno kWh električne energije za proizvodne enote slovenskih TE v letu 1985

TET I*	50 gSO <sub>2</sub> /kWh
TET II	46.3 gSO <sub>2</sub> /kWh
TE-TOL 1-2	37.5 gSO <sub>2</sub> /kWh
TE-TOL 3	35.0 gSO <sub>2</sub> /kWh
TES I,II	32.0 gSO <sub>2</sub> /kWh
TES III	28.6 gSO <sub>2</sub> /kWh
TES IV	27.4 gSO <sub>2</sub> /kWh
povprečna vrednost	31.3 gSO <sub>2</sub> /kWh

\* prenehala obratovati leta 1986

Za leto 1985 smo izračunali tudi povprečno emisijo  $\text{SO}_2$  na proizvedeno kWh električne energije v sistemu Elektrogospodarstva Slovenije. Pri tem smo upoštevali tudi proizvodnjo v HE in NE, ki zraka z  $\text{SO}_2$  ne onesnažujejo, in proizvodnjo v plinski elektrarni Brestanica, ki zaradi pretežne uporabe čistega primarnega bencina zelo malo onesnažuje zrak z  $\text{SO}_2$ . Iz meseca v mesec imamo v posameznih objektih različno proizvodnjo in mesečne povprečne vrednosti se zelo razlikujejo. Zato navajamo poleg srednje letne vrednosti še povprečne vrednosti za kurilno in nekurilno (april-september) sezono ter najvišjo in najnižjo mesečno vrednost.

Tabela 2: Značilne vrednosti emisije  $\text{SO}_2$  na proizvedeno kWh električne energije v sistemu Elektrogospodarstva Slovenije v letu 1985

srednja letna vrednost	14.3 g $\text{SO}_2$ /kWh
srednja vrednost za kurilno sezono	16.6 g $\text{SO}_2$ /kWh
srednja vrednost za nekurilno sezono	11.8 g $\text{SO}_2$ /kWh
najvišja mesečna vrednost - december	18.8 g $\text{SO}_2$ /kWh
najnižja mesečna vrednost - maj	8.8 g $\text{SO}_2$ /kWh

Da bomo bolje dojeli velikost emisije  $\text{SO}_2$  na porabljeno kWh električne energije, pogledjmo, kolikšen volumen zraka z mejno koncentracijo s tem onesnažimo. Po sedanjih določenih je polurna mejna vrednost koncentracije  $\text{SO}_2$  v zraku 0.75 mg/m<sup>3</sup>. Pri uporabi povprečne kWh, proizvedene v TE (31.3 g $\text{SO}_2$ /kWh), onesnažimo 41500 m<sup>3</sup> zraka z mejno vrednostjo  $\text{SO}_2$ , pri uporabi povprečne kWh, proizvedene v elektrogospodarskem sistemu Slovenije (14.3 g $\text{SO}_2$ /kWh), pa onesnažimo z mejno vrednostjo skoraj 19100 m<sup>3</sup> zraka.

Pri proizvodnji električne energije je stanje emisije trdnih delcev mnogo boljše, kot pri emisiji  $\text{SO}_2$ . Razlog za to je uporaba učinkovitih elektrofiltrov, čeprav z njihovo učinkovitostjo nismo več zadovoljni. Najslabši so zastareli elektrofiltri pri TE-TOL 1-2, pa tudi ti zmorejo 98 % učinkovitost čiščenja. Najučinkovitejši so elektrofiltri v novem bloku TE-TOL 3, ki zmorejo celo 99.93 % stopnjo čiščenja. Podobno učinkovitost pri čiščenju dimnih plinov bodo morale zagotoviti tudi ostale TE, da bi zagotovile emisijske koncentracije 50 mg/m<sup>3</sup> pri normalnih pogojih. Tolikšna je mejna vrednost, ki jo predvidevajo zaostreni normativi v Sloveniji. Ze sedanja emisija trdnih delcev je

na enoto proizvedene toplotne energije v TE od nekaj desetkrat do več kot stokrat nižja kot pri drugih manjših in večjih kuriščih na premog, ki ne uporabljajo čistilnih naprav ali pa uporabljajo čistilne naprave s slabšo učinkovitostjo.

## 2. Kombinirana proizvodnja električne in toplotne energije

Zaradi slabega izkoristka pri proizvodnji električne energije se 2/3 primarne energije v obliki toplote nekoristno izgubi. S primerno preureditvijo termoelektrarn je mogoče odpadno toploto izrabljati za daljinsko preskrbo s tehnološko paro in vročo vodo za ogrevanje ter za pripravo sanitarne tople vode. Tako urejena termoelektrarna toplarna lahko izrabí tudi več kot 80 % primarne energije. Tega v praksi ne dosežemo, ker ne moremo zagotoviti tolikšnega stalnega toplotnega odjema. Največji toplotni odjem je zagotovljen pri TE-TO Ljubljana, zato se tam že zelo približajo boljšemu izkoristku primarne energije, ki ga dosežemo z manjšimi ogrevalnimi napravami na trda goriva.

## 3. Daljinsko ogrevanje

Veliki termoenergetski objekti niso za kakovost zraka vedno le škodljivi. Zato moramo posebej omeniti koristnost daljinskega ogrevanja, ker še marsikdo v to ne verjame. Prednost TE-TO ni le v boljši izrabi primarnih goriv, temveč tudi v nadomeščanju številnih malih kurišč, ki močno onesnažujejo prizemne zračne plasti in so kljub skromni emisiji za najbolj naseljena področja mnogo hujše zlo kot emisija škodljivih snovi iz TE-TO. Brez široko razvejane daljinske oskrbe s toplotno energijo v Ljubljani, bi bile koncentracije SO<sub>2</sub> v ljubljanskem zraku še enkrat višje od sedanjih. Še večja razlika bi bila v Šoštanju in Titovem Velenju. V Šoštanju so se s širjenjem daljinskega ogrevanja v zadnjih desetih letih koncentracije SO<sub>2</sub> več kot prepolovile. Zato je po zadnji uradni razvrstitvi Slovenije Šoštanj iz prejšnje tretje stopnje onesnaženosti zraka uvrščen v drugo stopnjo, kjer se mejne koncentracije SO<sub>2</sub> ne presegajo več. V Titovem Velenju, ki je že od nekdaj razvrščeno v drugo stopnjo onesnaženosti zraka, se ugodnosti daljinskega ogrevanja iz TE Šoštanj verjetno malokdo prav zaveda, saj se je zaradi pametnega planiranja daljinsko ogrevanje uvajalo in širilo vzporedno z gradnjo mesta in industrije, zato je emisija zaradi individualnega ogrevanja

minimalna. V Zasavju, kjer nimajo ustreznega daljinskega ogrevanja, so razmere bistveno drugačne. Tako so po uradnih podatkih republiške službe za varstvo zraka za kurilno sezono 1986/87 obravnavani kraji razvrščeni tako: Na najslabšem 1. in 2. mestu v Sloveniji sta Hrastnik in Trbovlje, med najčistejšimi slovenskimi kraji pa Titovo Velenje na 48. mestu in Šoštanj na 59. mestu. Naj ob tem omenimo, da je Zavodnje, ki leži na pobočjih severno od TE Šoštanj, zaradi onesnaževanja te elektrarne razvrščeno na slabo 9. mesto v Sloveniji.

Prednosti daljinskega ogrevanja so zaradi boljše izrabe primarne energije in ugodnih učinkov za okolje že pred leti navedle planerje Elektrogospodarstva Slovenije, da za Slovenijo ne načrtujejo gradnje termoelektrarn samo za proizvodnjo električne energije, temveč le še kombinirane objekte TE-TO.

4. Obveznosti za TE iz odloka o mejnih količinah oziroma koncentracijah škodljivih snovi, ki se smejo izpuščati v zrak

Izvršni svet skupščine SR Slovenije je na svoji seji, dne 28. 4. 1988, sprejel odlok o mejnih količinah oziroma koncentracijah škodljivih snovi, ki se smejo izpuščati v zrak. Z njim je potrdil odločbe Republiške sanitarne inšpekcije in termoelektrarnam naložil nove obveze. Zmanjšati morajo emisijo dušikovih oksidov na 300 mg/m<sup>3</sup> (kot NO<sub>2</sub>) do 31. 12. 1992. V termoelektrarnah zaradi skromnejše emisije dušikovih oksidov in podatkov, da se v okolici teh objektov ne prekoračujejo mejne koncentracije dušikovih oksidov v zraku, niso pričakovali takšnega določila, zato tudi priprave v to smer niso prišle daleč. Tudi po svetu z ukrepi za zmanjšanje emisije dušikovih oksidov ni veliko izkušenj. Z zadostno zanesljivostjo pa lahko zatrdimo, da s primarnimi ukrepi predpisanih normativov v naših TE ne bo mogoče doseči. Preostane uporaba edine kolikor toliko preizkušene tehnologije - selektivne katalitične redukcije NO<sub>x</sub> ob primernem dodajanju amonijaka. Naknadna vgradnja katalizatorjev, ki so povsem uvozno blago (Japonska, ZR Nemčija), ni preprosta, zato se lahko bojimo, da je termoelektrarnam glede na kratek rok naloženo preveliko breme. Zagotovo pa bodo vsi roki lahko izpolnjeni le z večjim angažiranjem tujih zmogljivosti, saj smo premalo naredili, da bi se domači izvajalci pravočasno usposobili za prevzem čimvečjega deleža naročil.

Posebno poglavje so stroški. Ti so v velikih objektih na enoto moči sicer najnižji, kljub temu pa zelo visoki. Investicijska vrednost odžveplovalnih naprav je po sedanjih cenah ocenjena na 640 milijard dinarjev. Po podatkih iz ZR Nemčije računajo, da bodo stroški vgradnje čistilnih naprav za NO<sub>x</sub> za polovico nižji kot pri odžveplovalnih napravah. Zaradi nižjih emisijskih koncentracij NO<sub>x</sub> lahko pričakujemo, da bodo stroški pri nas nižji. Upoštevati tudi moramo, da so odžveplovalne naprave za rabo rjavih premogov dražje od tistih za rabo črnih premogov, zato bomo za prvo oceno vzeli le tretjinski dodatek na stroške odžveplovalnih naprav. Torej moremo predvideti za sanacijo sedanjih termoelektrarn v Sloveniji 850 milijard dinarjev. S ceno kapitala po zahodnem vzoru in z obratovalnimi stroški pa računamo, da se bo zaradi čiščenja SO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> iz dimnih plinov TE cena proizvedene kWh električne energije v TE povečala za okrog 45 dinarjev. Tolikšna podražitev električne energije bo zagotovo prizadela konkurenčnost, celo existenco energetsko potratnih panog industrije. Širša uporaba daljinskega ogrevanja te stroške sicer nekoliko zniža, vseeno pa moramo računati na resne ekonomske posledice za naše gospodarstvo in široko porabo. Edina dobra stran podražitev bo prisila za vsestransko varčevanje energije, kar postaja tudi zaradi varovanja okolja vse večja nuja.

#### Viri:

1. EIMV - Prispevki ekologiji. Ljubljana 1987.
2. DS SIS energetike Slovenije - Letno poročilo za leto 1985. Ljubljana 1986.
3. HMZ SRS - Materiali za razvrstitev Slovenije v območja onesnaženosti zraka. Ljubljana 1988.
4. Jung J.: Die Kosten der SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Minderung in der deutschen Elektrizitaetswirtschaft. Elektrizitaetwirtschaft, 1988, št. 5, str. 267-270

## VSEBINA

- I. *Zalika Rajh-Alatič: Slovenske termoelektrarne-toplarne za čistejši zrak*
- II. *Pavel Kunc: Akcijski program - Čiščenje dimnih plinov v termoelektrarnah SR Slovenije*
- III. *Jaro Vrtačnik: Ekološki sanacijski program Termoelektrarn Šoštanj*
- IV. *Miloš Vengust: Ekološki sanacijski program Termoelektrarne Trbovlje*
- V. *Franc Branko Stropnik: Tehnološki in ekološki sanacijski program Termoelektrarne toplarne Ljubljana*
- VI. *Bojan Paradiž: Proizvodnja energije in varstvo zraka*