

Egon Casagrande,<sup>1</sup> Milan Čopič,<sup>2</sup> Slavko Ivanušič,<sup>3</sup> Bojan Loriger,<sup>4</sup>  
Božidar Toni,<sup>5</sup> Marjan Uršič,<sup>6</sup> Miloš Vengust,<sup>7</sup> Teodor Žuža<sup>8</sup>

## RAZVOJ ENERGETIKE V SRS IN NJEGOV VPLIV NA OKOLJE

### Uvod

V svetu zmanjkuje cenenih in lahko dostopnih fosilnih goriv, zato nastajajo vse večje potrebe po osvajanju novih in dragih tehnoloških rešitev za pridobivanje, pretvarjanje, razdeljevanje in uporabo energije iz uveljavljenih in novih virov primarne energije. Reševanje problema energije je poleg omejenih naravnih bogastev, tudi vprašanje moderne tehnologije, ki je največkrat v rokah bogatih dežel. Takšna tehnologija je potrebna za pridobivanje naravnega bogastva kakor tudi za nadaljno pretvorbo v sekundarno energijo. Za uvajanje nove tehnologije za boljše izkoriščanje energije in varovanje okolja je potrebno vedno več sredstev.

-----  
<sup>1</sup>Gozdar, Revirsko-energetski kombinat Edvard Kardelja, 61420 Trbovlje

<sup>2</sup>Dr. tehničnih znanosti, Republiški komite za energetiko, 61000 Ljubljana, Gregorčičeva 25

<sup>3</sup>Dipl.ing., SOZD Elektrogospodarstvo Slovenije, 62000 Maribor, Vetrinjska 2

<sup>4</sup>Dipl.ing., SOZD Petrol, 61000 Ljubljana, Titova 66

<sup>5</sup>Dipl.ing., Republiški komite za energetiko, 61000 Ljubljana, Gregorčičeva 25

<sup>6</sup>Dipl.ing., Rudnik urana, Žirovski vrh

<sup>7</sup>Dipl.ing., Revirsko-energetski kombinat Edvard Kardelj, 61420 Trbovlje

<sup>8</sup>Dipl.ing., Revirsko-energetski kombinat Edvard Kardelj, 61420 Trbovlje

Izhajajoč iz dejstva, da je proizvodnja energije omejena, investicije v proizvodne objekte pa čedalje dražje, da postaja vse dražja tudi energija iz uvoza in da imajo vsi posegi na področju energetike tudi vpliv na varstvo okolja, postaja racionalno ravnanje z energijo od pridobivanja preko pretvarjanja in transporta in do njene uporabe ena od osnovnih nalog tako skupnosti kot vsakega posameznika.

Smo v obdobju intenzivnih priprav planskih dokumentov za naslednje srednjeročno obdobje. V obravnavi in postopku sprejemanja je Resolucija o politiki družbenega in gospodarskega razvoja SR Slovenije v obdobju 1986-1990, ki predstavlja prvo informacijo nosilcem planiranja o doseženem razvoju, o omejitvah in možnih ciljnih in okvirnih razvoja v bodoče in je zasnovana tudi na usmeritvah Dolgoročnega programa gospodarske stabilizacije. Resolucija opredeljuje smernice za razvoj energetike v naslednjem planskem obdobju. Ugotavljamo, da bodo zožene materialne možnosti še vnaprej omejevale potreben razvoj energetskega gospodarstva, saj analiza predvideva za obravnavano obdobje vlaganje 72,9 mlrd din v razvoj energetike, medtem ko znašajo predvidene skupne potrebe energetskega gospodarstva 155,3 mlrd din. Zato bo v bodoče pomanjkanje kapitala največji omejitveni faktor za večjo gospodarsko rast in s tem tudi za nadaljnji razvoj energetike.

#### Razvoj energetike v SRS in sedanje stanje zgrajenosti

Energetska politika, ki smo jo v preteklosti vodili v Jugoslaviji, je močno povečevala delež naftnih derivatov v koriščeni energiji in tako povečevala našo uvozno energetske odvisnost. Leta 1960 so bili naftni derivati v Jugoslaviji udeleženi z 12,7% v celotni koriščeni energiji, domači premog pa z 74%. Do leta 1974 se je delež naftnih derivatov povečal na 45%, zato pa se je delež domačega premoga znižal na 26% celotne porabljene energije.

Poraba naftnih derivatov v Jugoslaviji, ki je v obdobju od leta 1970 do 1973 naraščala s povprečno letno stopnjo 12,4%, je po letu 1973 do leta 1978 še vedno naraščala z 8,9% letno. Pri tem smo zanemarili razvoj premogovnikov, oziroma izkoriščanje domačih virov nasploh. Ob bistvenem povečanju cen primarne energije v svetu se je Jugoslavija znašla v dokaj težkem položaju. Ko smo zaradi devizno bilančnih težav pričeli omejevati uvoz surove nafte, smo ugotovili, da z razpoložljivimi količinami premoga in električne energije ne moremo v celoti pokriti manjkajočih količin nafte.

Podobno kot v Jugoslaviji je tudi v Sloveniji naraščal delež naftnih derivatov v koriščeni energiji. Od okoli 8% sredi 50-let je delež naftnih derivatov v koriščeni energiji naraščal do 58,6% v letu 1978. Posledice omejevanja uvoza nafte so se praktično odrazile najbolj prav v Sloveniji, ki je energetske najbolj odvisna od dobav energije iz drugih republik in pokrajin in iz uvoza. Zato je ena od osnovnih nalog postala sprememba strukture porabe koriščene energije ob močnejši oslonitvi na domače vire in hkratno kar najbolj smotrni porabi posameznih energetskih virov.

V SR Sloveniji smo v preteklih letih z izvajanjem ukrepov za racionalno ravnanje z energijo dosegli nekatere bistvene premike v strukturi koriščene energije. Povečuje se delež domačih virov energije in zmanjšuje delež uvozne energije. Tako je delež tekočih goriv od že omenjenih 58,6% v letu 1978, ko je bil najvišji, padel na 36% v preteklem letu. Res smo v tem obdobju pridobili nov energetski vir, to je zemeljski plin, ki je direktno primerljiv z nafto, vendar ugotavljamo, da tudi vsota deležev tekočih in plinastih goriv v koriščeni energiji pada. Zato pa narašča delež domače električne energije, še bolj opazno pa premoga. Le-ta je v letu 1978 zavzemal le 16,6% celotne koriščene energije, v lanskem letu pa že 26%.

Hkrati s premiki v strukturi korišćene energije ugotavljamo tudi, da pričanja rast porabe korišćene energije že zaostajati za rastjo industrijske proizvodnje.

V Sloveniji lahko trenutno zagotavljamo le kontinuiteto proizvodnje premoga. Pospešene raziskave rezerv premoga, nafte in plina bodo lahko odpirale možnosti le za nekoliko manjšo energetske odvisnosti. Sedanje eksploatacijske rezerve lignita in rjavega premoga zadoščajo pri proizvodnji okoli 6,5 milijona ton letno za okoli 40 let. Z raziskavami na obstojećih in nekaterih novih lokacijah (Dol, Kotredež, Loke, Izlake, Rodstrana itd.) bi bilo možno letno povećevati proizvodnjo za 100 do 150 tisoć ton. Ob bilanćnih rezervah premoga v državi, ki znašajo okoli 22 milijard ton so nujni ćvrsti dogovori o skupnih vlaganjih za dobavo premoga in elektrike iz drugih republik in pokrajin.

Ugotovljene bilanćne rezerve uranove rude dajejo možnost kritja potreb začetnih kapacitet dveh nuklearnih elektrarn. Raziskave potencialnih nahajališč nafte in plina bi morale po intenziteti teći v vrstnem redu: severovzhodno, osrednje in obalno obmoćje Slovenije in zajemati vse bolj tudi spodnje stajajoće plasti.

### Elektroenergetika

Revolucionarne iznajdbe na podroćju elektrotehnike so se v uporabni obliki razmeroma zelo hitro uveljavile tudi na Slovenskem. Še precej pred koncem prejšnjega stoletja (toćneje v obdobju 1883-1900) je bilo namreć zgrajeno in stavljenih v obratovanje že skupaj 35 industrijskih, javnih in mešanih elektrarn s skupno instalirano moćjo 2960 kW.

Do leta 1910 se je njihovo število povećalo že na 125, instalirana moć pa na 15.383 kW. Instalirana moć posameznih proizvodnih enot se je z leti nenehno većala. Tako je bila ob koncu

I. svetovne vojne skupna instalirana moč vseh 191 elektrarn že 51.934 kW, med katerimi je bila v letu 1918 zgrajena in s prvimi petimi agregati opremljena HE Fala za tisti čas gigant tudi v evropskem merilu.

Skupna instalirana moč HE Fala v letu 1918 je bila namreč 22.060 kW (5 x 4.412 kW), kar je pomenilo preko 42% skupne instalirane moči vseh 191 elektrarn.

Pretežni del dodatnih zmogljivosti je bilo v obdobju med obema vojnama zgrajenih v tridesetih letih oziroma tik pred II. svetovno vojno (vgradnja 6. agr. HE Fala leta 1925, 7. agr. leta 1932, HE Dobljar 1939, Plave 1960 - če omenimo le večje proizvodne enote). V tem obdobju pa beležimo tudi začetek gradnje večjih termoenergetskih zmogljivosti n.pr. TE Velenje (7 MW) in TE Trbovlje I (12,5 MW), ki se je z zgraditvijo TE Trbovlje II (24 MW) nadaljevalo tudi v času okupacije. Drugi turboagregat je bil namreč stavljen v obratovanje leta 1943, torej istega leta kot prvi turboagregat TE Brestanica (11,5 MW). V vojni čas sega tudi začetek obratovanja HE Dravograd (leta 1943), ki je bila po koncu vojne popravljena in vključena med razpoložljive proizvodne zmogljivosti. Te so bile osnova za pospešeno elektrifikacijo, povojno obnovo in industrializacijo.

Iz navedenega je razvidno, da je večji del proizvodnih zmogljivosti v letu 1945 predstavljal delež hidroelektrarn. Od 140 MW skupne instalirane moči je bil delež HE preko 60%.

Povojni razvoj elektroenergetskega sistema EES Slovenije je več ali manj poznan. Značilna zanj so dinamična obdobja graditve pa tudi leta stagnacije, ki so imela za posledico velike težave pri oskrbi z električno energijo v začetku 70-tih let. Ena izmed značilnosti preteklega obdobja je tudi prekinitev kontinuitete graditve HE v Sloveniji, saj je po zgraditvi HE Ožbalt v letu 1960 morale preteči 18 let, da je bila veriga HE na

Dravi končno sklenjena (z zgraditvijo HE Zlatoličje od leta 1968 in HE Formin v letu 1978). Še očitnejša pa je omenjena diskontinuiteta pri graditvi HE na Savi. Od leta 1953, ko je bila dograjena HE Medvode nismo na tej reki zgradili praktično ničesar, če izvzamemo vgradnjo reverzibilnega agregata v HE Moste leta 1978. Energetska izkoriščenost Save je zaradi tega že skoraj 30 let minimalna in dosega vsega 6%.

Soča z energetsko izredno bogatimi pritoki je spričo drugih razlogov poglavje zase. Kljub temu pa velja tudi na tem mestu opomniti, da so gradbeni stroji na njej utihnili že leta 1940 ko je bila zgrajena HE Plave. Zaradi korektnosti velja sicer omeniti vgradnjo cevne agregata moči 4 MW v jez Ajba HE Plave v letu 1975, ki je bila zaradi zelo nizke instalacije HE Plave nujna.

Tako ni čudno, da v začetku 70-tih let že beležimo znatno spremembo razmerja instaliranih moči in proizvodnje v korist termoelektrarn. To razmerje se je potem razmeroma hitro poslabševalo in je bilo konec leta 1983 že HE : TE 28 : 72% v korist termoelektrarn (vključno z NE Krško in TE Tuzla V - delež SR Slovenije).

Nezadostna pozornost izrabljuje obnovljivih virov energije (gradnja HE) je ob investicijsko vabljivejših TE ter ob nizkih cenah premoga in nafte v znatni meri pogojevala nadaljnji razvoj graditve EES Slovenije v 70-tih letih. Zamujenega se namreč brez odločnejše usmeritve v gradnjo termoelektrarn ni dalo več nadoknaditi. Razen tega so bili ob doseženi stopnji zgrajenosti EES že tudi dani pogoji za vključitev termoeenergetskih objektov velikega reda 300 MW (TE Šoštanj III v letu 1972 in TE Šoštanj V v letu 1977 in v letu 1981 še NEK, če upoštevamo polovico njene zmogljivosti).

Kljub omenjenim pomanjkljivostim pa ne gre prezreti ogromnega napredka, ki je bil dosežen pri graditvi EES Slovenije v preteklem povojnem obdobju. Primerjava med letoma 1983 in 1945 namreč pokaže, da so se instalirane zmogljivosti proizvodnih objektov povečale za 16-krat (2.201/140 MW) proizvodnja pa okrog 30-krat (zaokroženo 10.000/350 GWh). Navedeno je potrebno dopolniti še s podatki o razvoju premoga in distribucijskega omrežja in naprav.

Ker ni namen tega prispevka podrobnejši opis razvoja EES Slovenije v preteklem obdobju navajamo nekaj najznačilnejših podatkov le za sedanje stanje, t.j. konec leta 1983:

Ob koncu leta 1983 so bile v EES Slovenije vključene naslednje proizvodne, prenosne in distribucijske zmogljivosti (samo 110 kV nivo):

- 2.201 MW instalirane moči od tega:
  - 1.578 MW v TE (vključno z 1/2 zmogljivosti NEK ter 1/2 zmogljivosti TE Tuzla V)
  - 623 MW v HE
- 398 km daljnovodov 380 kV in 2.177 MVA v transformatorjih 380 kV
- 309 km daljnovodov 220 kV in 1.670 MVA v transformatorjih 220 kV
- 1.816 km daljnovodov 110 kV prenosa in 3.025 MVA v transformatorjih
- 416 km daljnovodov 110 kV distribucije 1.839 MVA v transformatorjih

Poleg tega pa je bilo za potrebe TE na premog iz rudnikov REK FLL in REK EK na voljo še:

- $4,1 \cdot 10^6$  ton lignita in
- $1,3 \cdot 10^6$  ton rajvega premoga.

## Nadaljnji razvoj energetike v SRS

Osnovni cilji in usmeritve dolgoročnega razvoja SR Slovenije do leta 1995 z nekaterimi elementi do leta 2000 morajo odražati realnost sedanjega in bodočega stanja. Upoštevati morajo celovitost razvoja in potrebo po ravnotežju med cilji ob upoštevanju specifičnosti razvoja v naslednjem obdobju.

V prihodnje bomo dali velik poudarek opiranju na lastne vire energije. Ker nam lastni viri ne bodo zadoščali, si bomo zagotavljali manjkajočo energijo delno z uvozom in delno z vlaganji v druge republike. Cene nafte in njenih derivatov bodo še naprej naraščale, zato moramo težiti k postopni zamenjavi nafte z drugimi viri.

Slovenija se mora v naslednjem srednjeročnem obdobju v proizvodnji električne energije usmeriti predvsem v izkoriščanje še razpoložljivega vodnega potenciala kot obnovljivega in cenenega vira energije ob smotrnem izkoriščanju ostalih domačih energetskih virov kot sta premog in uran. Za pokrivanje porabe električne energije po letu 1990 bo potrebno napraviti optimizacijo izbora objektov, ki bi jih morali pričeti graditi v obdobju 1986-1990. Predvsem se to nanaša na gradnjo hidroelektrarn spodnjesavske verige in hidroelektrarn na Muri.

Premog bo tudi v naslednjih desetletjih temeljni vir energije v Sloveniji, ki se bo še v večjem obsegu uporabljal za pridobivanje električne in toplotne energije. Zato bo potrebno rudnike rjavega premoga in lignita hitreje modernizirati. Odpirati bo potrebno nova ležišča in še pospeševati raziskave potencialnih rezerv premoga v vsej Sloveniji. Za zadovoljitev vseh potreb po premogu bo morala Slovenija vlagati v rudniške zmogljivosti v drugih republikah in pokrajini Kosovo za potrebe termoelektrarn ob rudnikih, za široko potrošnjo pa v rudnike rjavega premoga in zmogljivosti za oplemenitenje premoga.



Jedrsko gorivo je tretji najvažnejši vir energije v Sloveniji, ki je prvenstveno namenjen za proizvodnjo električne energije, in le v omejenem obsegu za toplotno energijo v končni fazi. Rudnik urana Žirovski vrh je na osnovi dosedanjih in nadaljnjih geoloških in rudarskih raziskav sposoben zagotoviti uranov oksid za JE Krško in dodatnih 2000 MW moči v jedrskih elektrarnah.

Naftni derivati bodo tudi v obdobju do leta 2000 pomembni energetski surovinski vir, čeprav bo treba njihovo porabo nadomeščati z domačimi viri in se bo zato njihov delež v strukturi relativno zmanjševal. Zmanjšala se bo predvsem poraba kurilnih olj, še naprej pa bo treba zagotavljati naftne derivate za promet, kmetijstvo, kemično in petrokemično industrijo, ogrevanje in tehnološke potrebe na območjih z ogroženim okoljem ter za industrijo z visokotemperaturnimi procesi.

Povečala se bo poraba zemeljskega plina. Zato bo treba zagotoviti razvoj primarnega in sekundarnega omrežja, razvoj in izgradnjo skladiščnih zmogljivosti ter povezovanje z jugoslovanskimi in drugimi plinovodnimi sistemi.

Od novih virov energije so najpomembnejši sončna in geotermalna energija ter fuzija. Njihova uporaba v prihodnosti bo predvsem odvisna od razrešitve številnih tehničnih in ekonomskih vprašanj.

### Elektroenergetika

Nadaljnji razvoj EES Slovenije je odvisen od predvidevanj v zvezi z rastjo porabe električne energije oz. kot postaja vse bolj očitno od razpoložljivih finančnih virov, ki so po današnjih ocenah v velikem razkoraku s predvidenimi potrebami.

Usklajevanje potreb in možnosti bo težka in odgovorna naloga, ki jo bo potrebno rešiti v fazi priprave in sprejemanja planskih dokumentov za naslednje srednjeročno obdobje. Ker je torej v tem trenutku problematika zagotovitve virov financiranja še nejasna je edina oporna točka za zasnovo strukture in dinamike graditve novih proizvodnih zmogljivosti sprejeta prognoza porabe električne energije.

Po tej prognozi, ki je bila sprejeta maja letos so predvidene naslednje povprečne letne stopnje rasti porabe v %:

3,9% v obdobju 1980 - 1990

4,5% v obdobju 1983 - 1990 (1985 - 1990)

4,2% v obdobju 1990 - 1995

3,9% v obdobju 1995 - 2000.

V skladu s tem so bile na osnovi izdelanih strokovnih osnov ugotovljene naslednje potrebe po graditvi novih proizvodnih zmogljivosti:

#### Obdobje 1986 - 1990

Z dograditvijo HE Solkan (vključitev vseh treh agregatov)

31 MW TE-TO Ljubljana 50 MW in TE Ugljevik I 100 MW za Slovenijo bo skupna instalirana moč proizvodnih objektov EGS konec leta 1985 2.382 MW, od tega 1.728 MW ali 73% v TE in 654 MW oziroma 27% v HE.

Ta obseg proizvodnih zmogljivosti, ki je realen, bo torej izhodiščno stanje pred naslednjim srednjeročnim obdobjem. Ključni objekti, ki bi jih bilo potrebno zgraditi v obdobju 1986 - 1990 pa so poleg TE Ugljevik II - 100 MW za Slovenijo prve tri oz. prvi dve od predvidenega niza HE na Savi in Muri (3 x 35 + 2 x 22 = 149 MW) ter nadomestitev dotrajanih agregatov 1 - 7 v HE Fala (34 MW) z dvema novima agregatoma (2 x 20 = 40 MW) v strojnici na desnem bregu Drave. Ob tem je še upoštevano, da bo HE Mavčiče v pogonu leta 1986. Pravočasna zgraditev teh elektrarn bi skupaj z obstoječimi zmogljivostmi konec leta 1985 zagotovila normalno oskrbo z električno energijo v naslednjem srednjeročnem obdobju.

Skupaj s štirimi manjšimi hidroelektrarnami (HE jez Melje, HE Lomščica, HE Zadlaščica in HE Bistrica) katerih skupna instalirana moč bo 20 MW ter ob upoštevanju zaustavitve TE Trbovlje 24 MW, bi EES Slovenije v letu 1990 razpolagal z 2.671 MW instalirane moči, od tega 1.804 MW ali 68% v TE in 867 MW ali 32% v HE. Z navedenim programom graditve bi torej strukturo objektov bistveno izboljšali in ponovno dosegli razmerje HE/TE kot je bilo v letu 1977.

Zaradi popolnejše informacije je še potrebno dodati, da je po nekaterih variantah možni objekt kontinuitete tudi TE-TO Šiška 42 MW o kateri pa zaradi problematičnosti goriva konkretnje odločitve še ni.

Na prvi pogled, torej kaže, da je v obdobju 1986-1990 dana prioriteta graditvi HE kar pa drži le delno. Potrebno je namreč upoštevati, da to obdobje zajema tudi intenzivno gradnjo nekaterih ključnih termoenergetskih objektov, ki bi morali začeti z obratovanjem v naslednjem srednjeročnem obdobju (TE - TO Trbovlje, TE Tuzla B, NE II, TE - TO Maribor, TE - TO Dolsko).

#### Obdobje 1991 - 2000

Kljub temu, da je prav v 90-tih letih predvidena največja investicijska aktivnost pri kontinuirani realizaciji projekta Sava, Mura je jasno, da samo s temi elektrarnami ne bo mogoče pokriti načrtovane porabe električne energije. Nujna bo torej vključitev ustreznega dela moči termoenergetskih objektov zlasti še spričo potrebnosti nadomestitve precejšnjega dela dotrajanih in tehnološko zastarelih zmogljivosti.

Doslej opravljene analize potrebnosti zgraditve ustreznega obsega in strukture novih elektrarn so izdelane v več variantah.

Ključni objekti tega obdobja so poleg HE na Savi in Muri in prej omenjenih termoenergetskih objektov še nadomestni objekt v TEŠ, TE - TO v Sloveniji v večjih mestih, ki bodo izpolnjevali pogoje za uspešno vključitev takega objekta, NE III in nadaljnja vlaganja v objekte zakupa (n.pr. naslednje faze TE Tuzla B, TE Kosovo, itd.).

Razumljivo je, da navedeno predstavlja le grobi spisek možnih objektov in da variante vključujejo le nekatere od njih v skladu s predvidevanji o možni opredelitvi Slovenije: program TE - TO, ki zajema tudi nadomestitev zaustavljenih zmogljivosti v Sloveniji, program s poudarjeno usmeritvijo v zakup oz. sovlaganja v drugih republikah, oz. program po katerem bi glavno težo bodoče oskrbe z električno energijo postopoma prevzemale nove NE.

Vsem navedenim variantam je skupna enaka dinamika in obseg graditve HE, medtem ko se pri termoenergetskih objektih bistveno razlikujejo.

Ker je predvsem v obdobju po letu 1995 še vrsta odprtih vprašanj, ki jih bo potrebno podrobno proučiti, bi bilo glede na namen tega prispevka, neprimerno omenjati podrobnosti, ki so poleg tega, spričo časovne odmaknjenosti in vrste danes še nejasnih oz. nezanesljivih predpostavk, zelo verjetno tudi vprašljive.

Od prej omenjenih objektov, ki bi naj pokrili predvidene potrebe v obdobju 1991 - 1995 ima poleg nadaljnje kontinuirane graditve HE na Savi in Muri prioriteto TE - TO Trbovlje, medtem ko bo odločitev za TE Tuzla B in (ali) NE II ter TE - TO Maribor (TE - TO Dolsko) odvisna od finančnih možnosti, sklenjenih dogovorov oz. sporazumov, itd.

Po eni izmed možnih variant nadaljnjega razvoja EES, ki je bila kot delovna podlaga posredovana Zavodu SRS za družbeno planiranje oktobra letos, bi bil potreben naslednji obseg novih proizvodnih objektov:

Obdobje 1991 - 1995

842 MW - termoenergetski objekti

295 MW - hidroelektrarne

1137 MW - skupaj,

ki bi poleg v tem obdobju povečane porabe električne energije pokrili še izpad zaustavljenih zmogljivosti skupne instalirane moči 242 MW.

Tako bi po tej varianti imel EES Slovenije konec leta 1995 na voljo 3.566 MW skupne instalirane moči, od tega 2.404 MW oz. 67% v TE in 1.162 MW oz. 33% v HE. Strukturo proizvodnih objektov bi torej zadržali na nivoju iz leta 1990 oz. bi bila celo še malenkost ugodnejša.

Obdobje 1996 - 2000:

610 MW - termoenergetski objekti

322 MW - hidroelektrarne

932 MW - skupaj.

Z instalirano močjo novih zmogljivosti bi v tem obdobju pokrili porast porabe ter izpad dotrajanih in tehnološko zastarelih zmogljivosti.

Skupna instalirana moč nadomeščenih objektov, bi znašala že 464 MW oz. skoraj 50% moči novih elektrarn.

Konec leta 2000 bi imel EES Slovenije torej 4.034 MW instalirane moči, od tega 2.550 MW ali 63% v TE in 1.484 MW ali 37% v HE s čimer bi ne samo še izboljšali razmerje HE/TE, temveč tudi

bistveno povečali stopnjo izrabe hidroenergetskega potenciala Slovenije.

V primerjavi s stanjem konec leta 1985 bi torej v 15-tih letih povečali instalirano moč EES Slovenije za 1.652 MW (70%), od tega v TE za 822 MW (48%) in v HE za 830 MW (227%).

Ob tem je potrebno dodati, da tolikšnega obsega gradnje HE skorajda zanesljivo ne bo mogoče realizirati. Vprašljiva je že fizična možnost realizacije takega programa zlasti še če upoštevamo dosedanjo dinamiko graditve HE. Še težje rešljiva pa bo konstrukcija financiranja, ki bi morala tako dinamiko graditve spremljati brez zastojev. Nujna posledica manjšega obsega zgraditve HE bi morala biti vključitev dodatnega termoenergetskega objekta, če ne bo potrebnost njegove vključitve odložila sprememba prognoze porabe električne energije.

#### Vpliv energetike na okolje

Energetika s svojo dejavnostjo zelo vpliva na okolje. Z večanjem imisijskih vrednosti naraščajo tudi škodljive posledice, ki bremenijo celotno družbo. V bodoče bo moral razvoj nujno upoštevati skrb za ohranitev plodne zemlje in virov pitne vode ter zagotavljanje zdravega okolja. Konkretneje so določene obveznosti in naloge posameznih nosilcev v zakonu o urejanju prostora.

Na slabšanje kakovosti zraka bo na eni strani vplivala spremenjena struktura v porabi goriv zaradi prehoda na trda goriva z večjo vsebnostjo žvepla na drugi strani pa tudi zaradi absolutno večje porabe energije. Na žalost sistem zbiranja sredstev za odpravo žarišč onesnaževanja okolja ne zagotavlja dovolj sredstev za izboljšanje stanja. Zaradi pomanjkanja finančnih sredstev pa obstoja bojazen, da se bodo odlagala investicijska vlaganja v sanacije teh problemov.

Izboljšanje kakovosti okolja bomo dosegli s kakovostnimi programi sanacije nakopičenih problemov in preprečevanjem nadaljnjega slabšanja okolja z boljšo tehnologijo čiščenja zraka in vode. Prehod iz individualnih kurišč na daljinsko ogrevanje bo izboljšal kritično stanje v mestih. Ob nadzorovanem spuščanju odpadnih snovi v okolje v okviru dopustnih emisij narastejo stroški za proizvodnjo električne in toplotne energije za preko 30%. Ocenjeno je, da bodo za reševanje problematike onesnaževanja okolja potrebna sredstva v višini okoli 2% družbenega proizvoda letno.

#### Vplivi elektroenergetskih objektov na okolje

Nedvomno sodijo elektroenergetski objekti zlasti termoelektrarne - v precej manjši meri hidroelektrarne (razen velikih akumulacijskih), NE in posebej še prenosni objekti - med zelo pomembne povzročitelje takih ali drugačnih vplivov na okolje. Pri analizi sedanjega stanja zgrajenosti EES Slovenije oz. njegovih sestavnih delov (v mislih imamo predvsem proizvodne objekte katerih vplivi so najpomembnejši) velja izdvojiti predvsem problematiko termoelektrarn. Taka opredelitev je opravičena tudi zaradi tega, ker v tem referatu ni mogoče zajeti in obdelati vse problematike, ki zadeva objekte elektrogospodarstva zlasti še zaradi tega, ker podrobneje konkretne objekte obravnavajo prispevki drugih avtorjev.

Če se torej omejimo le na termoenergetske objekte v Sloveniji je takoj primerno podčrtati dejstvo, da se ta v pretežni meri bistveno ne razlikujejo od problematike, ki jih s svojim obravnavanjem povzročajo sorodni objekti drugod po svetu.

Od te trditve je seveda potrebno ograditi tehnološko zastarele objekte, ki imajo praviloma manj učinkovite čistilne naprave, nižje dinamike itd. Ostali objekti zlasti še TEŠ III in TEŠ IV

pa se od tovrstnih sodobnejših naprav v svetu ne razlikujejo razen v specifičnih lokacijskih ali obratovalnih pogojih. Ne gre namreč pozabiti, da so to naprave z velikim delom uvožene opreme in s tehnologijo proizvodnje električne energije, ki je praviloma oz. v pretežni meri enakovredna tovrstnim objektom v svetu.

Problematika je torej zelo podobna in zahteva izpeljavo potrebnih ukrepov ne le zaradi zaščite okolja v katerem živimo, temveč tudi zaradi spoštovanja mednarodnih dogovorov in obveznosti.

Od raznovrstnih vplivov na okolje ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO, prah, hrup, toplotna obremenitev vode in zraka, odplake, itd.) so v sedanjih razmerah najtežji problem  $\text{SO}_2$  in  $\text{NO}_x$ , ki poleg našega okolja s čezmejnimi prenosom negativno vplivata tudi na okolje drugih držav in narobe. Ostali vplivi so sicer lokalnega pomena vendar vredni pozornosti zlasti pri objektih, kjer zadeve niso ustrezno oziroma v zadovoljivi meri rešene (odpepeljevanje v TEŠ, problematika elektrofiltrov v TOL, itd.).

Ne gre podcenjevati dosedanjih prizadevanj, vendar velja posebej poudariti ustanovitev in prve uspehe dela Delovne skupine za varstvo zraka pri energetskih objektih (DSVZE), ki se je načrtno lotila proučevanja in reševanja problematike varstva zraka pri velikih TE. Njena prizadevanja zadevajo predvsem problematiko elektrofiltrov in  $\text{SO}_2$ . Da gre za velik problem priča emisija  $\text{SO}_2$  iz dimnikov v TEŠ, TET in TOL.

Po razpoložljivih podatkih je povprečna dnevna emisija  $\text{SO}_2$  na dan:

TEŠ	140 ton
TET	80 ton
TOL	25 ton.

Navedene številke so informativne in bodo točneje določene šele na osnovi natančnejših in sistematičnih meritev, ki so predvidene v letu 1985. Obstoja možnost, da bodo precej drugačne od



navedenih, ki so ugotovljene (ocenjene) na osnovi laboratorijskih analiz premoga.

Rezultati meritev bodo tudi osnova za proučitev in pospešitev načrtnega uvajanja ukrepov za znižanje emisije  $SO_2$ .

K delu komisije je pritegnjen širok krog strokovnjakov raznih institucij med katerimi je potrebno posebej omeniti EIMV, vključeni pa so tudi strokovni delavci iz TEŠ, TET in TOL. EGS ima v delovni skupnosti v okviru sistematizacije delovnih mest tudi delovno mesto strokovnjaka za varstvo okolja. Za sistematično proučevanje in urejanje vprašanj varstva okolja pri elektroenergetskih objektih pa bo nujno potrebno organizirati ustrezno službo in jo med drugim še tesneje povezati z delom in prizadevanji DSVZE ter strokovnjaki ustreznih institucij in DO v sestavi EGS.

#### Ocena vplivov elektroenergetskih objektov ob upoštevanju možnih smeri razvoja

Možnosti uspešnega reševanja zaščite okolja pri elektroenergetskih objektih so bistveno manjše, če niso bile zajete že v fazi načrtovanja. Ta trditev velja tudi pri drugih objektih (n.pr. industrijskih) nedvomno pa tudi to, da je vsako kasnejše reševanje praviloma tudi bistveno dražje.

Če se ponovno omejimo le na vprašanje omejitve vplivov na okolje pri termoenergetskih objektih v prihodnje, je potrebno ločiti dve nalogi:

- sanacija vplivov obstoječih objektov,
- ustrezno načrtovanje in ukrepi pri novih objektih.

Prve naloge, ki sicer zadeva obstoječe stanje namenoma nismo posebej omenili, ker je za njeno zadovoljivo rešitev poleg nekajletnega obdobja potreben tudi denar. Najverjetneje si ob

obstoječih objektih ne bo mogoče privoščiti danes še izredno dragih odžveplovalnih naprav, temveč take - bistveno cenejše postopke, s katerimi bo mogoče ne samo znatno zmanjšati emisije v lastno okolje, temveč tudi v okolje sosednjih držav. Pri tem gre za izpolnitev obveznosti iz ženevskega protokola, ki bo predvidoma dokončno potrjen januarja 1985 in po katerem bomo dolžni do leta 1993 zmanjšati čezmejni transport  $SO_2$  za 30%.

Z realizacijo prve naloge bi torej predvsem sanirali obstoječe stanje pri čemer je mišljena tudi sanacija ostalih omenjenih negativnih vplivov in sicer v okviru določil obstoječih in eventuelno še zaostrenih predpisov in ne nazadnje razpoložljivih sredstev.

Zaradi tega tudi ocenjujemo, da bi eventuelno vztrajanje na zahtevi, da se ob TE - TO Trbovlje ne predvidi le prostor za kasnejšo postavitev odžveplovalnih naprav, temveč že tudi takojšnja nabava teh naprav, pomenilo črtanje tega objekta zaradi nezmožnosti zaprtja finančne konstrukcije ter s to napravo dodatno obremenjene investicije. V primeru TE - TO Trbovlje bi se torej morali zadovoljiti z uvedbo finančno dostopnejšega postopka, ki bi omogočil znižanje emisije  $SO_2$  in še sprejemljivi nivo oz. postopka, ki bo uporabljen za sanacijo razmer pri obstoječih TE.

Realno je računati, da bo napredovala tudi tehnologija odžveplavanja ne samo v smeri učinkovitosti, temveč tudi v smeri znižanja investicijskih in obratovalnih stroškov, zaradi česar je sugestija za omilitev zahteve še bolj upravičena.

Druga naloga je dolgoročnejša, čeprav s stališča načrtovanja sega že v ta čas. Zadeva kontinuirano spremljanje dosežkov doma in v svetu ter njihovo uvajanje v nove po možnosti pa tudi obstoječe objekte.

## Problematika varstva okolja v termoelektrarni Trbovlje

Predstavitev energetskih objektov:

V TET imamo tri zaključene energetske enote in sicer:

P-1 s skupno močjo 56,5 MW, KPE s skupno močjo 63 MW in P-2 z močjo 125 MW.

Pri vseh termoenergetskih objektih se srečujemo s problematiko onesnaževanja okolja, predvsem zraka in voda.

### Onesnaževanje zraka

Lokacija termoelektrarne je v pogledu varstva zraka zelo neugodna. Reliefno razgiban teren, ki vpliva na pogosto tvorbo lokalnih temperaturnih inverzij, je glavni razlog, da se pri danih emisijah  $SO_2$  javljajo izredno visoke koncentracije  $SO_2$  v zraku.

Ko je obratovala samo P-1 je bila emisija  $SO_2$  z dimnimi plini povprečno 60 t  $SO_2$ /dan. To je predstavljalo močno obremenitev ozračja in v bližnji okolici so se pojavljale močne poškodbe na gozdovih in poljščinah, vendar se takrat ni dovolj strokovno obravnavala ta problematika. Posledice takšnega gledanja na varstvo okolja so bile katastrofalne s pričetkom obratovanja P-2 z 80 m visokim dimnikom. V nekaj mesecih obratovanja so bile poškodbe na vegetacijah v bližnji in daljni okolici v takšni meri, da je pričela vegetacija propadati, ogroženo pa je bilo tudi zdravje ljudi. Emisija  $SO_2$  je bila tudi do 150 t/dan in potrebno je bilo izdelati sanacijski program. Tega je leta 1973 izdelal Hidrometeorološki zavod SRS in je zajemal tri ukrepe:

1. Izgradnja visokega dimnika 360 m, dimzioniranega tako, da bi lahko brez prevelikih škodljivih posledic odvajal plin še ene termoelektrarne (TE - TO).
2. Ukinitev kotlovskega dela P-1 in v zvezi s tem izgradnjo plinske elektrarne in uporabo turboagregata in odpadnih plinov v sklopu kombinirane plinsko-parne elektrarne za pogon turbin na P-1.

3. Izgradnja še ene Termoelektrarne toplarne, ki omogoča daljinsko ogrevanje v revirjih.

Prva faza se je že izvršila in leta 1976 je pričela obratovati P-2 preko 360 m visokega dimnika. Vložena so bila znatna sredstva (110 mio din) in meritve do danes so pokazale, da je bil sanacijski ukrep uspešen in tako nižji kraji v Savski dolini niso več ogroženi zaradi emisije  $\text{SO}_2$  iz P-2.

Ukinitev premogovne tehnologije na P-2 pa z izgradnjo plinsko-parne elektrarne ni prinesla zaželenih uspehov zaradi spremenjenih tržnih razmer na področju naftnih derivatov. Tako P-1 še vedno predstavlja ob obratovanju velik problem za bližnjo okolico. V sklopu sanacijskih ukrepov smo v TET zgradili alarmno merilno mrežo za merjenje koncentracij  $\text{SO}_2$  v ozračju. Merilne postaje so locirane na mestih, ki so najbolj ogroženi z emisijo  $\text{SO}_2$  iz 360 m visokega dimnika. Ta mreža nam omogoča kontinuirano spremljanje stanja onesnaženosti zraka v okolici TET, sprotno sprejemanje podatkov v TET in na osnovi alarmiranja tudi izvajati ukrepe za zmanjšanje emisije  $\text{SO}_2$ . Ti ukrepi še niso v celoti definirani in v okviru elektrogospodarstva deluje skupina za varstvo zraka pri energetskih objektih, ki bo pripravila ustrezne predloge za izvajanje teh ukrepov. Opremo za alarmno merilno mrežo je skoraj v celoti izdelal Inštitut Jožef Štefan iz Ljubljane in alarmno merilni sistem je eden prvih v Jugoslaviji, ki že deluje.

V TET pa ni  $\text{SO}_2$  edini onesnaževalec ozračja. Z dimnimi plini se emitirajo v zrak tudi trdni delci elektrofilterskega pepela. Vслед dotrajanosti in veliki obremenjenosti elektrofilterskih naprav so emisije trdnih delcev večje od predpisanih, vendar še ne ogrožajo kritično okolja. Vir onesnaževanja ozračja pa sta tudi deponija premoga in pepela. Deponija premoga zaradi svoje neustrezne tehnologije onesnažuje ozračje s samovžigom premoga kot tudi s trdnimi delci. V prvi fazi pa je bila predvsem

velik onesnaževalec ozračja deponija pepela. Zaradi velikih površin, nenehnega spreminjanja terena ni bilo moč obvladati celoten kompleks deponije in stanovanjska naselja v neposredni bližini deponije so bila ogrožena. Danes smo v fazi deponiranja, ko dobiva deponija dokončno obliko južne brežine in smo uspeli ozeleniti že čez 50.000 m<sup>2</sup> površine, je stanje izboljšano, v naslednjem letu pa se bo praktično ozelenila vsa površina.

#### Onesnaževanje voda

Termoelektrarna Trbovlje v obeh enotah v tehnologiji uporablja pretočni sistem hlajenja kondenzata in zato uporablja reko Savo. V hladilnem tokokrogu P-2 v sistem hladilne vode ne prihajajo nobene dodatne vode in zato se kvaliteta vode ne poslabša, vendar pa je toplotno obremenjena. Ta toplotna obremenitev pa je zaradi dovolj velikega pretoka reke Save v mejah dopustnih vrednosti. Dodatno onesnaževanje reke Save pa predstavlja hladilna voda P-2, ki odplavlja tudi celotno količino pepela iz kotlovskega postrojenja. To je posledica stare tehnologije in zaradi tega gre v Savo povprečno 30.000 t pepela na leto. Sanacija tega stanja je tehnološko in finančno zahtevna in ob skorajšnjem ukinjanju te enote ni možno izvesti sanacije. Druge tehnološke vode iz objektov P-2 pa se ustrezno obdelajo (nevtralizirajo) in se kot neškodljive spuščajo v vodotok. S stališča varstva voda je tudi deponija pepela urejena tako, da meteorne vode ne izpirajo deponije v bližnji potok Prapreščica in naprej v Savo.

#### Razvojnne smeri

Stanje na področju varstva okolja je v Zasavju predvsem v urbano urejenih naseljih zelo kritično. Zato smo že pri sprejemanju sanacijskega programa za P-2 v izvedbi druge faze predvideli izgradnjo TE - TO. Pri tem je bila izdelana študija z vidika izboljšanja stanja onesnaženosti ozračja v treh zasavskih občinah Trbovlje, Hrastnik in Zagorje, ki so v vrhu lestvice krajev v SRS po onesnaženosti ozračja. Z daljinskim ogrevanjem

bi se v Trbovljah izboljšal zrak za 80%. V Hrastniku in Zagorju pa za 50%, kar predstavlja preskok v III razred kakovosti onesnaženosti ozračja. Povečana emisija dimnih plinov in škodljivih snovi skozi 360 m visok dimnik bi poslabšala stanje v višje ležečih predelih, vendar bi se ob uporabi alarmno merilnega sistema lahko ustrezno ukrepalo. Nenazadnje pa je potrebno zaradi onesnaževanja širšega prostora predvideti tudi čistilne naprave za čiščenje dimnih plinov. V perspektivi razvoja pa moramo upoštevati tudi rekonstrukcije elektrofilterskih naprav v obstoječi enoti P-2. Izgradnja TE - TO pa predstavlja tudi izboljšanje stanja onesnaženosti voda, saj se bo tehnologija separiranja spremenila in s tem bo zmanjšano onesnaževanje voda. Povečana toplotna obremenitev pa ne bo presegla kritičnih vrednosti, ki jih lahko še reka Sava sprejme. Spremljajoči objekt TE-TO je tudi nova deponija premoga, ki bi morala izboljšati ekološko stanje glede na staro neustrezno deponijo. Ob ustrezni tehnologiji na deponiji premoga in s stalnim ozelenjevanjem površin bi tudi skoraj v celoti eliminirali dosedaj velik vir onesnaževanja ozračja. Perspektivne možnosti razvoja energije v TEF so zaradi vseh naštetih vzrokov ekološko opravičljive.

### Vpliv jedrskih objektov na okolje

#### Programi nadzora okolja

Delovna skupina za meritve radioaktivnosti okolja pri Strokovni komisiji za jedrsko varnost pripravlja predloge programov nadzora okolja, ki jih sprejema nato Strokovna komisija za jedrsko varnost. Lani je delovna skupina posvetila največ pozornosti posodobitvi programa za jedrsko elektrarno Krško, dočim je bil letos v ospredju program nadzora RUŽV prav zaradi začetka poskusnega obratovanja obrata za predelavo uranove rude in odlagališča hidrometalurške jalovine na Borštu. Tako kot v primeru jedrske elektrarne je bila tudi tu sprejeta odločitev, da se

še posebej poostri nadzor okolja tekom poskusnega obratovanja, da se že v tem obdobju dobijo solidni strokovni podatki o vplivih objekta na okolje.

#### Izvajanje programov in rezultati meritev

Programne meritve radioaktivnosti v okolici jedrskih objektov izvajajo pooblašene organizacije, Zavod za varstvo pri delu SRS in Inštitut "Jožef Štefan". V okviru Inštituta "Jožef Štefan" deluje tudi Ekološki laboratorij z Mobilno ekološko postajo.

Največ sredstev in dela je vložena v nadzor okolja jedrske elektrarne. Njen program meritev radioaktivnosti in nadzora okolja obsega tri dele:

- program A, ki zajema meritve emisijskih vrednosti v vodah, zraku, padavinah, zemlji in poljščinah na določenih mestih vzorčevanja,
- program B, ki obsega kontrolne in primerjalne meritve emisijskih vrednosti na izpustih iz elektrarne in v pomembnejših rezervoarjih voda v elektrarni, in
- program C, vzdrževanja usposobljenosti Mobilne ekološke postaje za ukrepanje v primeru jedrskih nesreč s tremi letnimi obhodi terena okoli elektrarne in jemanjem vzorcev v elektrarni.

Rezultate meritev po delnih programih A in B pripravita ZVD SRS in IJS z analizami izmerjenih vrednosti enkrat letno ter jih objavita v letnih poročilih, medtem ko Mobilna ekološka postaja pripravi poročilo za vsak obhod posebej. Opravljena ocena letnih poročil za leti 1982 in 1983 ter prvih dveh letošnjih poročil Mobilne enote je pokazala:

- a) dosežena je visoka kvaliteta meritev imisijskih vrednosti vseh pomembnejših radionuklidov v okolju jedrske elektrarne, tako da je mogoče zasledovati specifične radionuklide, ki jih izpušča jedrska elektrarna, v prisotnosti ostalih naravnih in umetnih radionuklidov,

- b) kontrolne in primerjalne vrednosti emisijskih vrednosti se v okviru dosežene natančnosti zadovoljivo ujemajo z vrednostmi, ki jih dnevno in mesečno poroča NE Krško pristojnemu Republiškememu sanitarnemu inšpektoratu,
- c) z dopolnilnimi meritvami Mobilne ekološke postaje so preverjene tudi koncentracije nekaterih specifičnih radionuklidov v zraku (npr. tritija), ki jih NE Krško ne meri stalno v izpustnem ventilacijskem jašku,
- d) vse izmerjene imisijske vrednosti zaradi izpustov iz jedrske elektrarne so daleč pod predpisanimi dopustnimi koncentracijami in so tako ocenjeni doprinosi k povprečni letni dozi tudi najbolj izpostavljenih prebivalcev v okolici elektrarne precej pod omejitvijo iz lokacijskega dovoljenja ( 50 Sv na leto), kar je torej manj kot 1% zakonsko dopustne obremenitve.

Primerjava z rezultati nekaterih drugih držav pokaže, da so emisije iz Jedrske elektrarne Krško nizke in istega reda velikosti, kot jih dosežejo sodobne jedrske elektrarne v Švici in Zah. Nemčiji. Poleg skrbne predelave odpadkov in rednega vzdrževanja sistemov v jedrski elektrarni je kot doprinos k temu uspehu treba omeniti še kvalitetno jedrsko gorivo, saj v treh letih ni bilo opaziti pomembnejših puščanj razcepnih produktov iz goriva v vodo primarnega hladilnega kroga. Strokovna komisija za jedrsko varnost je letos ocenila tudi rezultate meritev radioaktivnosti v okolici Rudnika urana Žirovski vrh, predno je dala svoje pozitivne mnenje za začetek poskusnega obratovanja Obrata za predelavo uranove rude. Ugotovila je, da so povprečne letne vrednosti koncentracij radona, urana in radija v vodah in v zraku na zadovoljivo nizkem nivoju in pod dopustnimi koncentracijami. Navedbe tov. Herfort-Michieli Tilde o kontaminiranih ribah v reki Sori in o prekoračenjih dovoljenih doz je ovrgla kot netočne in neutemeljene. Utemeljitev so podrobneje obravnavane v dopisih Republiškega sanitarnega inšpektorata št. 533-01/84-34 od 9.10.1984 in RUŽV, 60I-MU/PI-3043 od 14.11.1984, ki sta priložena.



## Ekološki nadzor reke Save in podtalnic

Zaradi obratovanja jedrske elektrarne nadzirajo pooblašene organizacije tudi fizikalne, kemijske in biološke lastnosti reke Save in podtalnic na Krško-Brežiškem polju. Skupina SEPO je v preliminarnem poročilu analizirala dotedanje rezultate meritev in tudi dala pozitivne zaključke v pogledu vplivov jedrske elektrarne na površinske in podzemne vode. Prav sedaj pa je skupina SEPO prevzela nalogo, da ovrednoti rezultate triletnih meritev, ko je elektrarna obratovala s polno močjo (odnosno vsaj nad 50%), s čemer bi bila pokrita zahteva iz lokacijskega dovoljenja. Ko bodo dostavljeni ovrednoteni rezultati v prvem četrtletju 1985, jih bomo po dogovoru s pristojnim upravnim organom, Republiškim komitejem za varstvo okolja in urejanje prostora, dostavili vsem zainteresiranim organizacijam.

## Rudnik urana in njegov vpliv na okolje

Nahajališče uranove rude se nahaja v gredenskih peščenjaki, ki potekajo v smeri NW - SE, vzporedno s približno 15 km dolgim grebenom Žirovskega vrha v zahodnem delu Savskih gub približno 30 km zahodno od Ljubljane. Koncentracija urana se v podolgovatih nepravilnih lečastih oblikah nahajajo v sivem peščenjaku spodnjega dela gredenskih plasti, ki je edini oruden. Uranova minerala sta pretežno uranov smolovec in coffinit.

Na osnovi rezultatov opravljenih geoloških raziskav pričetih že leta 1960, so bile v nahajališču Žirovski vrh ugotovljene zadostne zaloge uranove rude. Te so poleg drugih pogojev zagotavljale opravičenost izgradnje rudnika urana pa je odločeno, da se za pridobivanje uranove rude in njeno predelavo v rumeno pogačo zgradi Rudnik urana Žirovski vrh.

Projektirano je v celoti mehanizirano podzemno pridobivanje uranove rude z odkopavanjem v odprtih odkopnih prostorih, puščanjem varnostnih stebrov ter selektivnim odstreljevanjem rude in jalovine z elektrohidravličnimi vrtnalnimi stroji, nakladalci z elektro in diesel pogonom ter jamskimi kamioni z diesel pogonom. Jama je odprta s podkopi in smernimi progami v dolžini 1900 m. Prezračevanje je depresijsko iz podkopov na severozahodnem in jugovzhodnem krilu ter z vstopom svežega zraka skozi centralna podkopa. Predvidena proizvodnja je 160.000 t rude na leto s povprečno koncentracijo 0,840 kg  $U_3O_8$ /t rude.

V neposredni bližini jamskega obrata v dolini med potokoma Brebovščico in Todražico je projektiran obrat za predelavo uranove rude po kislem postopku in zaprtim tokokrogom tehnološke vode. Tu se bo z izluževanjem urana v razredčeni žveplovni kislini, ionskim izmenjavanjem in obarjanjem proizvajal tehnični uranov koncentrat iz uranove rude. Po filtraciji se bo suha hidrometalurška jalovina odlagala na posebno urejenem jalovišču Boršt oddaljenem od obrata približno 3 km. Rdeča oborina, ki je odpadni produkt nevtralizacije se bo odlagala skupaj z jamsko jalovino na jalovišče Jazbec. Načrtovana kapaciteta obrata za predelavo je predelava 210.000 t rude.

Namen izgradnje rudnika je zagotavljanje 120 t tehničnega uranovega koncentrata, rumene pogače, na leto kot osnove za izdelavo gorilnih elementov potrebnih za obratovanje NE Krško ter tako prihraniti najmanj 5.000.000 USA \$ deviznih sredstev na leto.

Kljub temu, da izgradnja rudnika še ni končana, stopnja dokončnosti znaša okoli 85%, že poteka poskusno obratovanje in poskusni zagon obrata za predelavo. Polna proizvodnja pa je načrtovana v letu 1986.

Pri načrtovani proizvodnji za oskrbovanje NE Krško obrat za predelavo uranove rude ne bo obratoval s polno zmogljivostjo, tako bodo tudi stroški obratovanja večji od stroškov, ki bi bili pri obratovanju s polno kapaciteto. Še bolj oddaljena od optimuma je načrtovana proizvodnja v primerjavi z možnostjo izkoriščanja celotnega nahajališča Žirovski vrh. Tu je na osnovi rezultatov geoloških raziskovanj ocenjeno, da je mogoče oskrbovati z rumeno pogačo skozi celotno življenjsko dobo še vsaj 2000 MW moči novih NE.

Razvoj RUŽV in s tem tudi optimizacija izkoriščanja nahajališča ter obratovanja z najmanjšimi obratovalnimi stroški pa niso odvisni edino od zaloga in potrebe po optimalni proizvodnji. Pogojujejo ga predvsem opredeljen dolgoročen razvoj jedrske energetike v SFRJ, način oskrbovanja novih NE z rumeno pogačo in razpoložljivost sredstev, ki jih je mogoče vložiti v razvoj rudnika in povečanje kapacitete proizvodnje. Ocenjeno je, da je v nahajališču Žirovski vrh potrebno vlagati v povečanje kapacitete izkoriščanja uranove rude 100.000.000 din na leto skozi dobo 10 let samo v geološko detajlno raziskovanje za vsakih novih 1000 MW moči NE.

Kljub temu, da še nimamo načrta dolgoročnega razvoja jedrske energetike Jugoslavije je rudnik izdelal analizo možnosti dolgoročnega razvoja izkoriščanja urana v nahajališču Žirovski vrh. Analiza je izdelana na osnovi rezultatov opravljenih geoloških raziskav ter privzetih potreb za oskrbovanje z rumeno pogačo novih 2000 MW moči NE zgrajenih do leta 2000 in kaže razvojne možnosti v naslednjih treh fazah:

1. faza - zagotavljanje načrtovane proizvodnje rumene pogače potrebne za polno obratovanje NE Krško s pričetkom polne proizvodnje v letu 1986

2. faza - zagotavljanje rumene pogače za polno oskrbovanje druge NE (Prevlaka) moči 1000 MW za dobo 25 let. Mogoče jo je realizirati z odkopavanjem rudišča v neposrednih podaljških sedanje jame z vključevanjem radiometrične separacije. Prva in druga faza skupno pomenita optimalno proizvodnjo rudnika.
3. faza - zagotavljanje rumene pogače za oskrbovanje tretje NE moči 1000 MW, za celotno življenjsko dobo elektrarne. Mogoče jo je realizirati z izgradnjo novega rudnika (jama in obrat za predelavo rude). Obratovanje vseh treh faz skupno pomeni optimalno izkoriščanje celotnega nahajališča.

Pri razvoju in izgradnji povečanih kapacitet je glede na dinamiko izgradnje potrebno upoštevati, da se mora vlaganje v detajlne geološke raziskave pričeti lo let, investicijska vlaganja pa približno 8 let pred pričetkom obratovanja novih kapacitet. Preprečevanje onesnaževanja okolja med obratovanjem rudnika zagotavlja ustrezna tehnologija obratovanja in objekti, ki so glede na specifičnost potencialnih virov onesnaževanja okolja posebno izbrani in zgrajeni.

Tako bo v tehnologiji pridobivanja rude zagotovljeni naslednji osnovni tehnični ukrepi:

- čistilna naprava, ki bo v jamski vodi pred izlivom v Brebovščico zmanjšala koncentracijo suspendiranih delcev na  $25 \cdot 10^6$  kg/liter, kar je pogosto manj od koncentracije suspendiranih delcev v Brebovščici pred izlivom jamske vode,
- gradnja glavnih jamskih ventilatorskih postaj nad dolino na koti 580, odmaknjenih od naseljenih območij z ugrajenimi dušilci zvoka tako, da bo radioaktivno onesnaževanje okolja z  $^{222}\text{Rn}$  in ropot zmanjšan na najmanjšo možno mero ter
- izgradnja asfaltiranih dostopnih poti do jalovišč in direktnim prevozom jamske jalovine na jalovišče brez deponiranja rude, razen na posebno urejenem prostoru nad drobilnico.

V tehnologiji predelovanja rude v rumeno pogačo pa so zagotovljeni naslednji osnovni tehnični ukrepi:

- zaključen tokokrog tehnološke vode, ki se nevtralizira, čisti in ponovno vrača v proces tako, da ni tekočih odpadkov,
- posebno urejene delovne površine in objekti obrata (60000 m<sup>2</sup>) z ugrajenimi lovilci olja in drugih onesnaževalcev ter ločena kanalizacija meteornih voda,
- posebno urejen delovni prostor za nakladanje in začasno deponiranje hidrometalurške jalovine v obratu s kanali za lovljenje in zadrževanje prelivov in izlivov z možnostjo ponovnega prečrpavanja v tehnološki proces ter urejen prevoz rdeče obovine v zaprtih kontejnerjih,
- posebno urejene asfaltirane transportne poti, cisterne, rezervoarji in skladišče za prevoz nevarnih snovi in njihovo hranjenje vključno z lovilci prelivov in izlivov in posebno urejeno pakiranje in skladiščenje rumene pogače, ki preprečuje njeno raznašanje ter
- mokro odpraševanje ventilatorskih izpustov, posebno urejeno lovljenje in odlaganje gošče ter v visok dimnik speljani izpuhi obrata za predelavo.

Preprečevanje onesnaževanja okolja z jalovino je zagotovljeno s posebno zgrajenimi jalovišči skupne površine okoli 460 000 m<sup>2</sup> in posebnim režimom obratovanja jalovišč. Tako se hidrometalurška jalovina odlaga na 260 000 m<sup>2</sup> jalovišča Boršt, ki je v celoti drenirano in kanalizirano. Zaradi preprečevanja radioaktivnega onesnaževanja zraka se jalovina sproti prekriva s humusom, vpliv na okolje pa je zmanjšan z visoko lego jalovišča približno 3 km odmaknjeno od obrata v nenaseljenem področju. Voda z jalovišča se v celoti vodi v zadrževalna bazena od koder se vrača v proces.

Jalovišče jamske jalovine Jazbec je posebno urejeno in drenirano na približno 120 000 m<sup>2</sup> površine. Na njem se odlaga jamska jalovina in rdeča oborina. Vode okolja in potoka se vodijo skozi prepust, pred izlivom v Brebovščico pa se kontrolira onesnaženost.

Posebno pomemben tehnični ukrep za zagotavljanje varstva okolja je nadzor nad onesnaževanjem okolja oziroma nad vsemi trdnimi, tekočimi in plinastimi snovmi, ki jih rudnik izpušča v okolje. Izvajajo ga služba za varstvo pred ionizirajočimi sevanji rudnika, Inštitut Jožef Štefan, Zavod za varstvo pri delu, Hidrometeorološki zavod in drugi z rednimi in izrednimi meritvami in analizami po programu, ki ga je potrdila Strokovna komisija za jedrsko varnost. Rezultati teh meritev kažejo, zlasti v zadnjem času, ko poteka poskusno odkopavanje, določeno povečanje koncentracij radionuklidov v okolju. Te povečane koncentracije so predvsem v vodah, še vedno pa so veliko manjše od srednjih letnih dovoljenih koncentracij (SLDK). Tako je

- nekoliko povečana koncentracija raztopljenega  $^{226}\text{Ra}$  v Brebovščici po izlivu jamske vode v mejah med  $11 \text{ Bqm}^{-3}$  in  $24 \text{ Bqm}^{-3}$ , SLDK za pitno vodo pa je  $150 \text{ Bqm}^{-3}$ ,
- nekoliko povečana koncentracija raztopljenega U v Brebovščici po izlivu jamske vode v mejah med  $15 \times 10^{-6} \text{ kgm}^{-3}$  in  $23 \times 10^{-6} \text{ kgm}^{-3}$ , SLDK za pitno vodo pa je  $500 \times 10^{-6} \text{ kgm}^{-3}$  ter,
- nekoliko povečana koncentracija  $^{226}\text{Ra}$  v ribah iz Brebovščice po izlivu jamske vode  $2,3 \text{ Bqkg}^{-1}$  sveže teže, SLDK za najbolj neugodno zmes radionuklidov pa je  $16 \text{ Bqkg}^{-1}$ .

Ugotovljeno je tudi, da so koncentracije  $^{226}\text{Ra}$  in U vezane na suspendirane delce v jamski vodi 30 do 100 krat večje od raztopljenih ter, da so te koncentracije v Brebovščici po izlivu jamske vode za red velikosti večje od drugih vzorčevalnih mest.

Poleg omenjenega vpliva rudnika na vode je ugotovljeno, da so doze zunanjega sevanja gama kot enakovredne doze in kot povprečne hitrosti enakovrednih doz v splošnem enaka dozam okolja ter, da znaša sproščanje  $^{222}\text{Rn}$  iz celotnega rudnika  $14 \times 10^9 \text{ Bq}$  na dan, kar je veliko pod dopustnim kriterijem in ni bilo mogoče ugotoviti zaznavnih vplivov na življenjskem okolju v dolini.

Trenutno se občuten vpliv rudnika na okolje kaže edino v koncentraciji trdnih delcev v Brebovščici po izlivu jamske vode. Koncentracija se giblje okoli  $90 \cdot 10^{-6} \text{ kgm}^{-3}$  in to vrednost včasih občutno prekorači.

Objekti rudnika so zgrajeni tako, da ne kazijo širše okolice in imajo izključno ozek lokalni vpliv na okolje. Z izgradnjo sodobne ceste pa je zmanjšana tudi nevarnost nezgod in razsutja nevarnih snovi, ki se potrebujejo v tehnološkem procesu in se prevažajo na rudnik. Pri tem je najbolj nevarno prevažanje plinskega olja, saj žveplova kislina, apno in amoniak kot osnovna surovina procesa ter rumena pogača kot proizvod tudi pri razsutju ne morejo onesnažiti širšega okolja niti trajno vplivati na okolje.

Ob izvajanju načrtovane tehnologije se izkoriščanje urana na Žirovskem vrhu lahko oceni kot varno tudi v primerjavi z izkoriščanjem drugih surovin. Tako radioaktivno kot klasično onesnaževanje je neznatno, onesnaževalci pa so pretežno naravne snovi iz okolja.

Tehnologija in tehnični ukrepi, ki zmanjšujejo na najmanjšo še smiselno mero radioaktivno onesnaževanje okolja, preprečujejo tudi klasično onesnaževanje. Vse koncentracije radionuklidov in klasičnih onesnaževalcev so tako, pod dopustnimi mejami, kar pogosto ni primer pri izkoriščanju drugih surovin. V primeru z izkoriščanjem drugih energetskih surovin, predvsem premoga je za enoto moči potrebno nakopati nekaj 10 krat manj rude, kar za okolje gotovo ni nepomembno.

Enako kot pri gospodarnosti obratovanja je optimizacija izkoriščanja urana pomembna tudi za okolje. Pri optimalnem časovno in prostorsko koncentriranem izkoriščanju bi bil z najmanjšimi stroški zagotovljen tudi najmanjši vpliv rudnika na okolje. Kot je že omenjeno pa tako izkoriščanje nahajališča še ni mogoče planirati.

### Vplivi rudarskih objektov na okolje

Vplivi rudarskih objektov na okolje so različne oblike. Sprememba površine zemlje zaradi jamskega odkopavanja se vidi v udorninah, posedanju tal, razpokah, plazovih in pa temu primer-na reakcija okolja, kjer se ti znaki pojavljajo (ruševine stavb, jalovišča, deponije itd.).

Rudarjenje samo ima dva vpliva na okolje. Prvi vpliv se kaže zaradi čistega rudarjenja v tem, da se po določenem času pokažejo znaki izkopavanja na površini, kot razpoke, posedanje tal, udornine in zavisi od geološke raziskave tal, kjer se izkopava. Okolje se bistveno ne spremeni, razen težke prehodnosti terena, oziroma rušenja objektov zaradi deformacije površine. Drugi vpliv na okolje so površinska odkopavanja, oziroma takozvani dnevni kopi. V tem primeru se površina popolnoma spremeni, ker se odstrani živi sloj zemlje, s tem pa tudi celotna kultura, po drugi strani pa se z deponijami pokrije tudi del zemljišča s kulturo vred.

Perspektivno izvajanje rudarskih izkopavanj in dnevnih kopov do leta 2000 bi bilo sledeče po področjih:

A. Trbovlje: Površinsko odkopavanje se izvaja znotraj eksploatacijskega področja rudnika in zajema cca 160 ha. Ta površina je razdeljena na 5 sektorjev, ki so projektno obdelani. Dela se bodo pričela izvajati od leta 1985 do leta 2000 s tem, da so posamezni sektorji časovno določeni za izkoriščanje. V vsakem sektorju je poleg metode pridobivanja predpisana tudi metoda sanacije zemljišča oziroma površine, ki vsebuje: izravnavo terena, obnovitve živega površinskega sloja in pa nanova rekultivacija. Na področju Trbovelj je v zvezi s sanacijo poškodovanih površin naročen tudi projekt, ki bo vseboval idejne rešitve o rekultivaciji zemljišča s posebnim poudarkom na pridobivanju kmetijskih površin.



Jamsko odkopavanje se izvaja kontinuirano. Vendar se bodo dela na posameznih sektorjih zaključila in to: centralni del, površine 30 ha do leta 1992 severozahodni del, površine 12 ha do leta 2000, tako bo na razpolago 42 ha, ki se jih bo obdelalo v programih sanacije.

B. Hrastnik: Površina površinskih kopov je cca 40 ha, ki je razdeljena na dva sektorja. V obeh sektorjih se dela že izvajajo in bodo zaključena predvidoma v letih 1987 oziroma 1986. Sanacija obeh sektorjev bo po programih izvedena do leta 1989. Tudi za te površine bo izdelan projekt oziroma študija o pridobitvi teh površin za rekultivacijo v kmetijske namene.

Jamsko odkopavanje se izvaja kontinuirano na površini cca 500 ha. Vplivi na področju so vidni od Dola pri Hrastniku do Trbovelj. Izvzeti so varnostni stebri okrog naselij. Sanacija terena se izvaja tam, kjer se je zemljišče že stabiliziralo, oziroma, kjer se je pridobivanje zaključilo.

C. Zagorje: Površina dnevnih kopov bo predvidoma cca 50 ha, pričetek v letu 1985. Sanacija terena se bo pričela po zaključku del. Drugi sektor, površina cca 12 ha, je odkopan, sanacija se bo pričela v letu 1985.

Jamsko odkopavanje se izvaja kontinuirano na površini na 300 ha. V Zagorju se po vdoru vode v jami Kotredež izdeluje projekt odkopavanja Kotredež - zahod, ki bo v končni fazi odkopavanja v manjši meri prizadel del mesta Zagorje. Zato bo tudi metoda odkopavanja taka, da bodo vplivi jame čim manjši na površini.

Pregled vpliva rudarjenja na površino:

	dnevni kop	pridobivalni prostor jame
Trbovlje	160 ha	300 ha
Hrastnik	40 ha	500 ha
Zagorje	50 ha	300 ha
	250 ha	1.100 ha
	oziroma cca 1.350 ha	

Za sanacijo že obstoječih poškodovanih površin so Zasavski premogovniki Trbovlje v letih od 1969 do 1983 pogozdili na področjih:

	površina v ha	število sadik
Hrastnik	20,00	84.700
Trbovlje	13,70	66.500
Zagorje	13,00	67.000
	46,70 ha	218.200 sadik

Sanacija je že pokazala pravilnost odločitve, saj imamo na celotni površini že zametek kvalitetnih gozdov. Do leta 2000 se bodo izdelale tudi študije in izvedle rekultivacije poškodovanih površin za pridobivanje kmetijskih zemljišč tam, kjer bodo ugodni pogoji. V vsakem primeru pa se bo rekultivacija izvajala v obliki pogozdovanj, ker so tudi površine, ki so poškodovane v glavnem porasle z gozdovi.

Če ocenjujemo vplive rudarjenja na okolje, lahko ugotovimo sledeče: v prvi fazi bodo poškodovane površine od dnevnih kopov in jamskih odkopavanj velike, vendar verjetno velike škode na kulturah ne bo. Ugotavljamo, da je navedena površina, ki je pod udarom delovanja jame, slabše kvalitete, pretežno so to slabi gozdovi ali pa ostale kulture. S samo sanacijo pa bomo te površine kvalitetno izboljšali, ker bodo uporabljene vse

moderne metode rekultivacije, posebno s poudarkom na kmetijskih površinah. S tako metodo dela bomo v naslednjih fazah lahko kvaliteto zemljišča izboljšali (navozi živega sloja zemlje, agrikulturni ukrepi gospodarjenja, planiranje terena, etažiranje terena, odvodnjavanje terena in drugo) posebno tam, kjer so danes površine zarasle s slabo zasnovanim gozdom (posamezna drevesa in najrazličnejše grmovje).

### Vplivi separiranja

Odplake separacij premoga zavzemajo posebno poglavje v problematiki odpadnih voda, zaradi količine odpadnih snovi in njihovega fizikalnega ter biološkega učinka na vodotoke. Gre za čisto mehanično onesnaževanje vode z dispergiranimi mineralnimi snovmi. Vsebnost trdnih snovi v vodi, kalnost ter barva dosega v odplakah visoke vrednosti. Bolj, kot sama rečna voda, ki je specifičen biotop, je zaradi odplak zmanjšana privlačnost vodotoka in krajine ob njem. Seveda je potrebno upoštevati, da ima vsak vodotok svojevrstne ekološke prvine, ki pri onesnaževanju dožive specifične spremembe. Neznano je tudi delež vpliva rudniških odplak ter delež produktov prirodne erozije pri nastajanju sedimentov v spodnjem delu vodotokov.

Premogovniki združeni v RRPS, razen RP Kanižarica, uporabljajo pri procesih bogatenja grobozrnatega rovnega premoga kombinirane mokre separacijske postopke. Za potrebe industrije in široke potrošnje, je potrebno rovni premog, ki je pomešan z jalovino, sestavljeno pretežno iz plastičnih alumosilikatov, ločiti na enega ali dva produkta, ki se uporabljata kot gorivo in jalovino. Separiran premog se na poklasirnih sitih loči na prodajne sortimane, medtem ko se jalovina uporablja za saniranje udornin na površini ali vozi na jalovišča.

Drobnejše frakcije se separirajo v ločilnih strojih ali pa odteka vodna suspenzija premoga v usedalne bazene, kjer večja zrna sedimentirajo, fina zrna pa s prelivno vodo odteka v recipiente.

Prelivna voda iz sedimentacijskih bazenov, ki vsebuje drobna zrna premoga in jalovine ter koloidno raztopljene glin, je glavni onesnaževalec vodotokov, saj vse suspendirane snovi intenzivno obarvajo vode.

Pri separiranju se v vodi despergira od nekaj kilogramov do nekaj deset kilogramov balastnih snovi na tono separiranega premoga.

Za potrebe termoenergetskih objektov se uporabljajo drobne frakcije premoga iz sedimentacijskih bazenov, slabša frakcija premoga pridobljena pri troproduktnem separiranju, ter neseparirani talninski rovni premog. Tega zaradi specifične strukture ne separiramo, temveč se na klasičnem situ loči na frakciji od katerih se grobozrnata zdrobi in hkrati z odsevom transportira v termoelektrarne. Čiščenje separacijskih odplak je v bistvu mehanična ločba suspenzije na čvrsto in tekočo fazo. Pri suspenzijah koloidalnih glin, je ločba težka in nepopolna. Čvrste faze, ki jo izločimo in je v poltekočem ali plastičnem stanju, ni mogoče uporabiti kot gorivo ali kot surovino v industriji keramike in cementa. Snovi v poltekoči ali plastični fazi v Zasavju, kjer je problem najbolj pereč, zaradi lokalnih geografskih razmer ni možno deponirati samih, ali v kombinaciji z grobo jalovino in elektrofilterskim pepelom. Prevoz na ustrežnejše locirana odlagališča zaradi tiksotropije materialov in visokih cen ni smoteran.

Ker se vsi izvršeni polindustrijski poskusi čiščenja odpadnih vod dali slabe ali negativne rezultate, je treba iskati rešitev onesnaženja vodotokov v spremembah struktur uporabnikov premoga in tako doseči tudi bolj ekonomično uporabo izkopanega premoga.

Letno odteče v Sloveniji iz usedalnikov separacij s prelivom voda okoli 16.000 ton drobnozrnatega premoga. Količina v vodi dispergiranih glinastih snovi je bistveno večja. Opuščanje separiranja drobnih vrst premoga v prvi fazi in prehod na suho sejanje in drobljenje v drugi fazi ne bo rešilo samo onesnaževanje vodotokov ampak tudi bistveno vplivalo na znižanje sedanjih velikih izgub gorljive substance pri separiranju. Pogoji za prehod s separiranja rovnega premoga na suho klasiranje in drobljenje nastopajo z dokončanjem graditve TE-TO II Ljubljana in izgradnjo TE-TO III Trbovlje ter zamenjavo uporabe separiranega premoga z nesepariranim v večjih industrijskih kuriščih.

Reševanje problema onesnaževanja vodotokov pri posameznih separacijah, bo po uvedbi suhega klasiranja lažje. Separirale se bodo le manjše količine najdebelejšega rovnega premoga, ki vsebuje malo glinastih komponent. Usedalni bazeni bodo pri majhnih obremenitvah dosegali boljši efekt. Potrebno bo tudi razmisliti o izgradnji manjših čistilnih naprav, ki bi z znosnimi materialnimi stroški čistile preostale minimalne količine separacijskih odplak.

#### Razvoj porabe zemeljskega plina v Sloveniji in njen vpliv na okolje

Slovenija ne razpolaga z lastnimi izvori zemeljskega plina, razen nekaj vrtin v severovzhodni Sloveniji, ki pa pridelani zemeljski plin uporabijo za lokalne potrebe. Ideja, da bi v Slovenijo pripeljali zemeljski plin iz uvoza se je rodila že v šestdesetih letih, ko smo proučevali možnost dobave utekočinjenega zemeljskega plina iz Alžirije, realizirali pa smo jo v letu 1978, ko so v Slovenijo pritekale prve količine zemeljskega plina iz Sovjetske zveze.

## Razvoj transporta in porabe zemeljskega plina v Sloveniji

Plinovodno omrežje za transport zemeljskega plina smo zgradili v letih 1976 do 1980. Omrežje obsega 545 km magistralnih plinovodov, ki delujejo z največjim tlakom plina 50 barov in 85 km primarnih mestnih plinovodnih omrežij v mestih Ljubljana, Maribor, Celje in Kamnik, ki delujejo s tlakom plina 3 do 10 barov. Plinovodno omrežje je zgrajeno tako, da lahko sprejme zemeljski plin iz severne smeri v Ceršaku in iz zahodne smeri v Šempetru pri Novi Gorici. Omrežje deluje brez kompresorskih postaj. Največja transportna zmogljivost omrežja je 3,5 milijarde normalnih kubičnih metrov letno pri sprejemu zemeljskega plina iz obeh smeri in okoli 2 milijarde normalnih kubičnih metrov letno če sprejemamo zemeljski plin samo iz severne smeri. V zasnovi je predvideno, da bo Slovenija od teh zmogljivosti uporabila zmogljivost 2,2 milijarde normalnih kubičnih metrov letno za potrebe potrošnikov v Sloveniji, zmogljivost 1,3 milijarde normalnih kubičnih metrov letno pa za transport zemeljskega plina za sosednje republike. Sedaj je na plinovodno omrežje v Sloveniji priključeno 66 industrijskih porabnikov zemeljskega plina in mestne plinarne v Ljubljani, Mariboru in Celju.

Prve količine zemeljskega plina so v Slovenijo pritekale v juliju leta 1978 iz Sovjetske zveze iz severne smeri v Ceršaku. Od tedaj pa do danes se je poraba zemeljskega plina nenehno povečevala predvsem na račun zamenjave kurilnega olja, kar prikazuje naslednja razpredelnica:

Leto	Kurilno olje - ton	Zemeljski plin $\text{Sm}^3 \times 10^6$
1978	1.211.000	36,8
1979	1.062.000	292,8
1980	928.000	512,9
1981	796.000	629,4
1982	694.000	694,0
1983	654.700	793,7
1984	538.000	936,5

V letu 1984 bomo porabili v Sloveniji že 936,5 milijonov normalnih kubikov zemeljskega plina, kar je ekvivalent 800.000 ton kurilnega olja ali skoraj 2 milijona ton rjavega premoga.

Struktura porabe zemeljskega plina v Sloveniji po gospodarskih dejavnostih:

Kemična industrija	21,0 %
Črna in barvna metalurgija	25,0 %
Industrija gradbenega materiala	13,5 %
Industrija papirja	11,6 %
Industrija nekovin	3,5 %
Kovinsko predelovalna industrija	6,0 %
Tekstilna industrija	5,0 %
Energetika: mestne plinarne	10,6 %
Ostala industrija in gospodarstvo	3,8 %

Nadaljnji razvoj porabe zemeljskega plina v Sloveniji

Nadaljnji razvoj porabe zemeljskega plina in razvoj plinovodnega omrežja v Sloveniji bo odvisen predvsem od možnosti uvoza dodatnih količin zemeljskega plina iz Sovjetske zveze in Alžirije. Z razvojem plinonosnih polj v sosednji Hrvaški ali Vojvodini pa bi lahko računali tudi na dobavo domačega zemeljskega plina.

Izdelali smo več anket - zadnjo v oktobru 1984 - v katerih smo zajeli večji del slovenske industrije in gospodarstva. Sedanje in bodoče porabnike smo razdelili v tri skupine:

I. skupino tvorijo delovne organizacije, podpisnice samoupravnega sporazuma, ki so bile priključene na plinovodno omrežje do leta 1984;

- II. skupino tvorijo delovne organizacije, podpisnice tega sporazuma, ki se bodo priključile na plinovodno omrežje po letu 1984;
- III. skupino tvorijo vse za zemeljski plin zainteresirane delovne organizacije, ki ležijo relativno blizu plinovodnega omrežja.

V naslednji razpredelnici so prikazani rezultati ankete iz oktobra 1984 in s tem podana predvidena potreba po zemeljskem plinu do leta 2000.

Leto	I.	II.	III.	Skupaj	Letna rast
1985	826	1	15	842	
1986	880	35	19	934	10,3 %
1987	892	36	76	1.004	7,5 %
1988	916	37	139	1.092	8,8 %
1989	976	38	167	1.181	4,9 %
1995	1.087	40	193	1.320	2,2 %
2000	1.177	42	217	1.436	1,7 %

Vse količine zemeljskega plina v razpredelnici so podane v milijonih normalnih kubikov na leto.

Za realizacijo teh napovedi bo potrebno pridobiti dodatne količine zemeljskega plina z vstopom iz zahodne strani. V tej smeri že več let tečejo razgovori z alžirskim podjetjem Sonatrachom za dobavo zemeljskega plina iz plinskih ležišč v Sahari po plinovodu skozi Tunis, po dnu sredozemskega morja in skozi Italijo do naše meje v Šempetru pri Novi Gorici. Ti pogovori se sedaj bližajo kraju in predvidevamo, da bomo v prihodnjem 1985. letu podpisali pogodbo s podjetjem Sonatrach za dobavo alžirskega plina v Sloveniji.



Vpliv plinovodnega omrežja in porabe zemeljskega plina na okolje

Plinovodi plinovodnega omrežja so položeni v zemljo eden do dva metra globoko in na okolje nimajo nobenega vpliva, ker se na zemljiščih kjer so speljani lahko odvijajo vsa poljedelska dela, ne smejo pa se postavljati stanovanjske hiše v pasu 30 metrov na vsako stran plinovoda. Pri prehodih plinovodov skozi gozdove morajo ostati poseke širine 10 metrov. Nadzemne plinske naprave kot so merilno regulacijske naprave, zaporni organi in mostovi so v posebnih zgradbah ali v ograjenih prostorih in ne izpuščajo škodljivih snovi v okolico.

Uporaba zemeljskega plina pa ima zelo ugodne posledice na okolje in odločilno zmanjšuje umazanost ozračja in okolice s tem ko zamenjuje kurilno olje in premog.

Prednosti lahko strnemo v naslednje ugotovitve:

1. Uporaba zemeljskega plina vpliva na izboljšanje toplotnega izkoristka in s tem na manjšo porabo goriv:
  - v toplovodnih kotlih do 15%,
  - v parnih kotlih za tehnološko paro 5-10 %,
  - v tehnoloških postopkih, pri katerih uporaba goriva direktno vpliva na proizvod v železarniških pečeh, cementarnah, opekarnah, itd. do 3-5 %.
2. Večja proizvodnost industrijskih naprav pri uporabi zemeljskega plina predvsem v sušilnicah pri proizvodnji gradbenega materiala in v strojih za izdelavo papirja, kjer se proizvodnja poveča do 22 %.
3. Manjše onesnaževanje okolja pri uporabi zemeljskega plina: Po energetske bilanci SR Slovenije za leto 1983 smo v industriji in ostali potrošnji porabili naslednje vrste in količine primarnih goriv:

lignit	755.000 ton
rjavi premog	775.000 ton
srednje in težko kurilno olje	447.500 ton
lahko in EL kurilno olje	212.500 ton
zemeljski plin	793.700.000 Sm <sup>3</sup> .

Iz gornjega je izvzeta poraba primarnih goriv v termoelektrarnah, ker na teh trošilih energetskega medijev nismo zamenjali z zemeljskim plinom.

Goriva, ki jih v Sloveniji do sedaj koristimo, zaradi vsebnosti žvepla zelo slabšajo ekološke razmere in onesnažujejo ozračje. Za primer navajamo vsebnost žvepla v posameznih gorivih:

lignit	0,6 %	6 kg S/tono	0,00195 kgS/kWh
rjavi premog	2 %	20 kg S/tono	0,00424 kgS/kWh
kurilno olje S 7 3	%	30 kg S/tono	0,00268 kgS/kWh
kurilno olje L, EL	1 %	10 kg S/tono	0,000862 kgS/kWh
zemeljski plin	0,00155 S	0,0155 kg S/tono	1,26 x 10 <sup>-6</sup> kgS/kWh

Z upoštevanjem toplotnih ekvivalentov primerjalnih goriv izračunamo, koliko SO<sub>2</sub> (žveplovega dioksida) nastane pri popolnem zgorevanju in pri tvorbi enake količine toplote:

1000 Sm <sup>3</sup> zemeljskega plina	0,024 kg SO <sub>2</sub>
3080 kg lignita	36,96 kg SO <sub>2</sub>
850 kg kurilnega olja S, T	51,00 kg SO <sub>2</sub>
820 kg kurilnega olja L, EL	16,40 kg SO <sub>2</sub> .

V letu 1983 smo v energetske svrhe porabili približno 663,7 mio Sm<sup>3</sup> zemeljskega plina, 130 mio Sm<sup>3</sup> pa bomo uporabili kot tehnološko surovino.

663,7 mio Sm<sup>3</sup> zemeljskega plina je zamenjalo približno 557 tisoč ton kurilnega olja s povprečno vsebino žvepla 2,35 %. Pri popolnem zgorevanju obeh primerjalnih količin bi bila emisija žveplovega dioksida v enem letu:

s kurilnim oljem	26.179 ton SO <sub>2</sub>
z zemeljskim plinom	15.9 ton SO <sub>2</sub>

Z uporabo zemeljskega plina je emisija žveplovega dioksida v zraku povprečno 1578 krat manjša kot z uporabo kurilnih olj.

Po energetske bilanci za leto 1983 smo porabili še vedno 660.000 ton kurilnega olja s povprečno vsebino žvepla 2,35 %, kar pomeni, da smo v naše ozračje dobili 31.020 ton žveplovega dioksida oziroma izraženo v prostorninskih enotah 11.826.375 Sm<sup>3</sup> SO<sub>2</sub>. Zaradi varstva zraka in okolja bi bilo zelo koristno čimveč kurilnega olja zamenjati z zemeljskim plinom.

Dolgotrajni vplivi na okolje pri oskrbi Slovenije s čim večjimi količinami zemeljskega plina, ki bo zamenjal kurilna olja, bodo:

- plin je izredno čist energetski vir, zato se bo z zmanjšanjem emisije žveplovega dioksida obnovila podrast gozdov v nekaterih najbolj ogroženih predelih (Jesenice, Zasavje) in zmanjšalo število dni z meglo,
- transport energije po cevovodu je najbolj varen in skoraj ni odvisen od vremenskih razmer,
- z nadomestitvijo mazuta in kurilnega olja se bodo zmanjšali prevozi po železnici ali cestah (letno več kot 20.000 vagonov po 20 t),
- plin se uporablja tudi kot surovina npr. za izdelavo metanola v Lendavi,
- izboljšala se bo kvaliteta nekaterih izdelkov, kjer se plin uporablja v tehnološkem postopku (železarne, pekarnice, cementarne, itd.) in pri izdelkih, ki zahtevajo v tehnološkem postopku precizno regulacijo temperature, katerim kotli ob uporabi lažje sledijo,

- zmanjševanje žveplovega dioksida v zraku pomeni zmanjševanje agresivnih vplivov na kamen, kovine, rastline in ljudi, kar pa pomeni daljšo življenjsko dobo, manjše stroške vzdrževanja itd.

### Zaključek

Zavedati se moramo, da predstavljajo problemi hrane, energije in okolja najpomembnejša vprašanja razvoja in kvalitete življenja. Kljub predvideni družbeni skrbi za reševanje problemov na teh področjih bodo pogojevali globalne možnosti in usmeritve razvoja. Izbira energetske manj intenzivnih dejavnosti zmanjšuje stroške in našo izredno veliko odvisnost od drugih, istočasno pa zmanjšuje tudi probleme glede okolja. Zato lahko vlaganja v varčevanje z energijo, izboljšanje obstoječe tehnologije in izbira nove tehnologije, ki na enoto proizvoda porabi manj energije, pomenijo počasnejšo rast v energetiki ob istočasnem izboljšanju okolja.

Uvajanje sodobnih tehnologij in novih postopkov bo prispevalo k reševanju ekoloških problemov. Na tem področju na primer je tudi že pri nas razvit sistem izgorevanja v stacionarni zvrtničeni plasti pri atmosferskem tlaku. Ta postopek omogoča uporabo slabših premogov z vsebnostjo pepela do 40 %.

Pomembno je, da se veliki tehnološko-tehnični sistemi na področju energetike kot so premogovništvo, elektroenergetika, plinovodni sistem, naftni sistem v tehnološkem in tehničnem pogledu razvijajo kot enotni sistemi v vsej Jugoslaviji.

Na osnovi strokovnih analiz se je potrebno na področju Jugoslavije dogovoriti o standardizaciji, tipizaciji in unifikaciji v teh sistemih. Ob upoštevanju teh ugotovitev moramo razvijati domačo in uvažati neobhodno potrebno tujo kompatibilno tehnologijo.

S povezovanjem v jugoslovanske in mednarodne sisteme bo zagotovljena večja zanesljivost oskrbe uporabnikov z energijo na različnih geografskih področjih.

Dinamike razvoja gospodarstva oziroma družbe kot celote ter razvoja energetike morajo biti usklajene. Uravnavanje potreb in večanje proizvodnje energije je potrebno povezati v medsebojno soodvisno celoto. V okviru energetike se je doslej razvijala vsaka energetska dejavnost preveč ločeno, glede na posamične in kratkoročne interese, ki jih moramo v bodoče podrediti skupno dogovorjenim ciljem, med katerimi mora varstvo okolja postati sestavni del sanacije obstoječih in načrtovanja novih energetskih virov.

#### Viri:

1. Analiza razvojnih možnosti SR Slovenije v obdobju 1986-1995/2000.
2. Predlog izbora objektov kontinuitete za pokrivanje porabe električne energije v obdobju 1986 - 1990, II.del in osnutek do leta 1995.
3. Dolgoročni plan graditve elektroenergetskih objektov za obdobje 1986 - 2000.
4. Razvoj elektrifikacije Slovenije, 1976.
5. Idejna rešitev TEŠ 5, TEŠ Inženiring.
6. Letno poročilo o pregledu in analizi obratovanja.
7. Zbornik referatov - varstvo okolja pri energetskih objektih 1984.

E.Časagrande, M.Čopić, S.Ivanušič, B.Lorger, B.Toni, M.Vengust,  
T.Žuža

## ENERGETICS DEVELOPMENT IN SR SLOVENIA AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACTS

### Summary

The world is running short of inexpensive and easy available fossil fuels. That is why we are facing with bigger and bigger requirements for newly and expensive technologic solutions in energy production, transformation and distribution. To solve energy problems is to deal with limited natural resources and advanced technology, which is in the most cases in the hand of wealth nations. We need high technology for exploitation and as well as for further transformation into secondary energy. But to use it for better energy utilization, we need to have more and more capital.

One of the basic tasks of community, and as well as individuals is in rational handling with energy, its production, transformation, distribution and energy use. First of all because energy production is limited, investments are very big, imported energy is also very expensive, environmental impacts of energetic plants etc.

We are at the middle of planning activities for the next middle term period. The resolution of social and economic development policy for 1986-1990 is discussing and adapting. It presents first information of possible objectives for future development. It is based also on the long term orientation programme for economic stabilization. The resolution determines directions for energetics development in the next planning period. Limited material resources represents basic restrictions for further necessary development of energetics. It is expected to invest din 72,9 milliards for energetics development, while necessary demands are din 155,3 milliards. For that very reason, the lack of capital is the biggest restricting factor for rapid economic growth and further energetics development. We must be aware that food energy and environment problems are the most important questions for development. They are still determining our general possibilities and directions for development. Selection of energetic less intensive activities is decreasing expences, our big dependance from others, and at the same time also environmental problems. To invest into energy saving, technology improvements. New "saving" technology means to reduce energetics growth, but to improve environment. Advanced technology and new methods will contribute to the solution of ecological problems. In that domain we already have a combusting system of stationary whirl stratum at atmospheric pressure. With this methodology we can use also coal with 40 per cent of ash.

It is very important for big technical-technological energetic systems, such as mining, electroenergetic, gas-pipe, oil system, to be developed as a uniform Yugoslav system. Within Yugoslavia we must agree upon, on professional basis, standardization, typification and unification of those systems. According to its results we must develop our own technology and import necessary and requisite compatible technology. We can assure better reliability in energy supply of different areas only within Yugoslav and international system. Economic development dynamics of society and energetics development must be accordant. We must connect them into interdependent totality of energetic requirements and energy production growth. Energetic activities were developing within energetics by their own, according to their individual and short sighted interests. In the future we must subordinate them to the common objectives. And environmental preservation must be a constituent part for sanitation of existing or new planned energetic resources.