



ID 04

Globalna ocena svetovnih trendov pri proizvodnji in prodaji energetskega premoga – Projekcije proizvodnje energetskega premoga v Republiki Sloveniji

DOC.DR. EVGEN DERVARIČ¹, DOC.DR. MILAN MEDVED², BOJAN KLENOVŠEK³

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva 12,
LJUBLJANA

evgen.dervaric@ntf.uni-lj.si

² Premogovnik Velenje d.d., Partizanska 78, VELENJE

milan.medved@rlv.si

³ RTH, Rudnik Trbovlje-Hrastnik d.o.o., Trg revolucije 12, TRBOVLJE

bojan.klenovsek@rth.si

POVZETEK

Premog je med fosilnimi gorivi edini vir, ki bo na energetskem trgu zaradi enormnega obsega zalog po vsem svetu najdlje prisoten. Največje breme premoga so emisije ogljikovega dioksida. Raziskave na tem področju tečejo izjemno intenzivno in verjeti je, da bo razvoj čistih tehnologij pridobivanja in uporabe premoga dolgoročno pripeljal do zelenih izkoristkov termoelektrarn in proizvodnje električne in toplotne energije brez emisij ogljikovega dioksida v ozračje. Izmed fosilnih energetskih virov Slovenija razpolaga le s premogom, zato je z rezervami premoga in njihovim izkoriščanjem v Sloveniji potrebno ravnati kar najbolj racionalno. Ker EU ne nadzira trgov nafte in plina so tveganja z oskrbo izredno velika. Kljub vsem ekonomskim in ekološkim slabostim premoga EU ne bo bistveno zmanjševala sedanje porabe premoga (domačega in uvoženega). Pomembnejša ležišča premoga v Sloveniji so v Velenju, v Zasavju in v Prekmurju.

V Šaleški dolini ležišče premoga v Premogovniku Velenje (PV) na dan 31.12. 2008 razpolaga s 163 milijoni ton bilančnih zalog premoga (lignita) od tega je 124,4 milijona ton eksploatacijskih zalog s povprečno kurilno vrednostjo 10,47 MJ/kg. Projekcije za nadaljnjo proizvodnjo premoga so vezane na dolgoročno obratovanje Termoelektrarne Šoštanj (TEŠ), ki bo z investicijo v blok 6 moči 600 MW povečala inštalirano moč elektrarne iz sedanjih 750 MW na 1029 MW in letno proizvodnjo iz 3500 MWh na 5000 MWh. PV je edini dobavitelj premoga za TEŠ. Višina proizvodnje premoga bo do leta 2021 znašala 4 milijone ton/leto, do leta 2040 bo postopno upadala (po 100 000 ton/leto) do višine 2 milijona ton/leto in se na tem nivoju obdržala do konca eksploatacije velenjskega odkopnega polja v letu 2050. Po letu 2014 bo proizvodna cena premoga iz PV znašala 2,25 EUR/GJ.

Republika Slovenija se je skozi Zakon o postopnem zapiranju Rudnika Trbovlje-Hrastnik (RTH) in razvojnem prestrukturiranju regije (Uradni list RS, št. 61/2000) odločila, da zapre premogovnike rjavega premoga v Zasavju. Do leta 2009 (v letu 2009 0,6 milijona ton premoga bo potekala proizvodnja za potrebe Termoelektrarne Trbovlje (TET) s sočasnim zapiranjem po tem letu pa bi se do leta 2015 izvajala samo zapiralna dela. Glede na stanje energetike v Evropi in na svetu smo priče stalnemu porastu cen energentov, tudi premoga. V danih razmerah bomo v Sloveniji prisiljeni izkoristiti vse razpoložljive rezerve premoga, zato je smiselno ponovno proučiti preostale rezerve v

odkopnih poljih RTH in na osnovi konkurenčnih izhodišč predstaviti možnosti za njihovo izkoriščanje v povezavi s TET. TET je za Slovenijo pomembna energetska lokacija, odločitve o njeni posodobitvi še ni, sprejeti jo bo potrebno v letu 2009. Življenjska doba TET se izteče leta 2015.

Potencialnih odkopnih zalog, ki naj bi po letu 2009 znašale še približno 24 milijona ton premoga (Elaborat o zalogah s stanjem na dan 31.12.2002 ima RTH evidentiranih še 53 milijonov ton bilančnih zalog od tega 24 milijonov ton odkopnih pri povprečni kurilni vrednosti 11 MJ/kg).

TET načrtuje z obstoječimi napravami proizvodnjo električne energije še do leta 2015 (podaljšanje obratovanja je možno še do leta 2017). RTH lahko TET-u iz obstoječih odkopnih polj dobavlja premog v višini od 450 000 t do 200 000 t na leto do leta 2015 in v letih 2016 ter 2017 po 200 000 ton na leto. Proizvodna cena premoga bi se lahko gibala po letih med 3,2 in 3,33 EUR/GJ.

Na zahodnem Goričkem, v Vidmu ob Ščavnici, Presiki in med Lendavo in Petišovci so ugotovljene potencialne zaloge rjavega premoga v višini 830 milijonov ton. Najpomembnejše je območje na zahodnem Goričkem, od Strukovcev do Kuzme. Kvaliteta premoga je boljša od vseh rjavih premogov v Sloveniji. Kurilna vrednost je 17.5 MJ/kg, vsebnost gorljivega žvepla pa znaša 0.91 %. Premog se nahaja plitvo pod površino. Do globine 250 m pričakujemo na površini 50 km² okoli 450 milijonov ton potencialnih zalog premoga. Debelina premoga znaša med 10 in 12 m.

Ocene o virih premoga na Goričkem temeljijo na izvrtaninah in elektrokarotažnih meritvah naftnih vrtin, zato bi bilo potrebno zaloge premoga potrditi z ustreznimi geološko-raziskovalnimi deli (kartiranje, vrtnje, vzorčevanje) in prekategORIZIRATI rezerve iz sedanje kategorije D v kategorijo C2.

Slovenija energetske ni bogata dežela, zato je te zaloge premoga smiselno raziskati, njihovo izkoriščanje pa s konvencionalnimi načini rudarjenja ni primerno. Velik del območja nahajališč premoga predstavlja Krajinski park Goričko. Razvoj novih tehnologij podzemnega uplinjevanja premoga bo v prihodnjih 20 letih v svetu po vseh projekcijah doživel komercialne aplikacije, ki bodo ustrezne tudi za izkoriščanje teh zalog premoga.

Ključne besede: povpraševanje, ponudba, premog, rezerve premoga, proizvodnja, alternativne premogovne tehnologije

UVOD

Izmed fosilnih energetskih virov Slovenija razpolaga le s premogom, zato je z rezervami premoga in njihovim izkoriščanjem v Sloveniji potrebno ravnati kar najbolj racionalno. Ker EU ne nadzira trgov nafte in plina so tveganja z oskrbo izredno velika. Kljub vsem ekonomskim in ekološkim slabostim premoga EU ne bo bistveno zmanjševala sedanje porabe premoga (domačega in uvoženega). Pomembnejša ležišča premoga v Sloveniji so v Velenju, v Zasavju in v Prekmurju.

Mednarodna agencija za energetiko je objavila študijo Globalna predvidevanja na področju energetike (World Energy Outlook/WEO) za leto 2008, v katerem so opisani svetovni trendi ter navedena najnovejša energetska predvidevanja do leta 2030. Z vidika premoga in premogovnih tehnologij so najpomembnejši naslednji:

Tržna predvidevanja na področju premoga

Povpraševanje

- Med leti 2000 in 2006 je globalno povpraševanje po premogu naraščalo s 4,9% na leto.
- V letu 2006 je premog ostal drugo svetovno najpomembnejše gorivo, takoj za nafto in je predstavljal 26% svetovnega povpraševanja po premogu.
- V skladu z referenčnim scenarijem International Energy Agency - IEA bo povprečna rast premoga do leta 2015 dosegla 3,1% na leto do leta 2015 in 1,3% na leto med leti 2015 in 2030.
- Po referenčnem scenariju, se bo svetovna poraba premoga do leta 2015 zvišala za 32% in od leta 2006 do 2030 za 61%.
- Rast deleža premoga v skupni dobavi energije se bo povečala iz 26% v letu 2006 na 29% do leta 2025.
- Do leta 2030 bo Kitajska trošila 50% svetovnega premoga. V Indiji je opaziti drugo največjo rast povpraševanja po premogu.
- Obseg in učinkovitost strateških ukrepov za preprečevanje klimatskih sprememb ostaja še naprej glavni dejavnik, ki ga ni mogoče napovedati za prihodnje smeri razvoja premoga. Drugi dejavnik, ki ga je težko predvideti je bodoča cena premoga in plina.
- Po referenčnem scenariju se pričakuje, da bodo emisije CO₂ iz premoga imele letno rast 2% med leti 2006 in 2030. Združena prizadevanja v boju proti klimatskim spremembam – kot smo jim trenutno priča po celem svetu, vključno z uporabo CCS tehnologij (zajem in skladiščenje ogljika) - bi lahko vodila do nižjih emisij CO₂ kot pa se napoveduje v referenčnem scenariju.

Rezerve in proizvodnja

- Premog je fosilno gorivo, ki ga je na voljo v svetu največ in je geografsko najbolj razpršeno. Dokazane rezerve so konec 2005 dosegale 847 bilijonov ton (WEC 2007), od tega je bila polovica rjavi premog in črni premog.
- V obdobju med leti 2006 in 2030 se pričakuje, da bo proizvodnja premoga narasla za 60% (+ 2610 Mtce), ZDA bodo ostale največji proizvajalec v OECD, z 19% povečanjem med leti 2006 in 2030.
- V državah, ki niso članice OECD se pričakuje 2,5% letno povečanje, za zadovoljitev domačega povpraševanja. Ogromna rast v Indiji in na Kitajskem, ki se pričakuje po referenčnem scenariju, bo pripeljala do resnih obremenitev lokalnih ekoloških sistemov in selitve prebivalcev, tako da bo postala industrija premoga za te države politični izziv.
- Energetski premog za proizvodnjo električne energije bo po pričakovanjih naraščal z 2,2% na leto, njegov delež v proizvodnji električne energije se bo po pričakovanjih zvišal iz 77% v letu 2006 na 81% v letu 2030.

Alternativne premogovne tehnologije

- Podzemno uplinjanje premoga (UCG) bi lahko v prihodnosti postala alternativa z uporabo premoga kot čistega uplinjenega goriva, s čimer bi zagotovili gorivo za proizvodnjo električne energije. UGC so na široko uporabljali v bivši Sovjetski Zvezi in Uzbekistanu v zgodnjih šestdesetih. Novejši projekti, ki se izvajajo na Kitajskem, v Australiji in Južni Afriki pa še niso pripeljali do komercialnih UCG projektov.

- Metan, ki bi ga lahko zajeli v premogovnikih, bi lahko postal potencialni energetski vir za proizvodnjo električne energije.

Cena premoga

- Cena premoga se je gibala skladno s svetovno ceno nafte in plina, zgodovinski vrhunec pa so dosegle v letu 2007, ko so dosegle več 100 US\$/t CIF in celo več kot 200 US\$/t v prvi polovici leta 2008.

REZERVE PREMOGA V PV

Dokument, ki obravnava zaloge celotnega ležišča (tako jame Velenje in jame Šoštanj) je elaborat »Elaborat o kategorizaciji, klasifikaciji in izračunu rezerv premoga na območju Premogovnika Velenje« (stanje 31.12.1998), Premogovnik Velenje, Tehnični sektor, Velenje, junij 1999.

Zaloge celotnega ležišča so potrjene s potrdilom »Potrdilo o zalogah premoga na območju pridobivalnega prostora Premogovnika Velenje«, s stanjem 31.12.1998, Republika Slovenija, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, Ljubljana, 10.12.1999.

V letu 2000 je bilo s strani Direkcije za rudna bogastva (Ministrstvo za gospodarske dejavnosti) izdano »Posebno mnenje o usklajenosti z obveznimi izhodišči s področja rudnih bogastev na območju občine Šoštanj – Šoštanjski trikotnik in jama Šoštanj«, številka dokumenta 612/2000, Velenje, 19.5.2000.

V mnenju je bila določena zahodna meja pridobivalnega območja jame Velenje. Premog v nahajališču zahodno od te meje je bil uvrščen med strateške rezerve Slovenije (skladno z resolucijo o strategiji rabe in oskrbe Slovenije z energijo, Ur. List RS, št.: 9/96).

S spremembo pridobivalnega območja na zahodni strani in s podpisom koncesijske pogodbe »Koncesijska pogodba številka 354-13-737/01, Ljubljana, 21.1.2002, Koncendent; Pooblaščenec Vlade RS mag. Janez Kopač, Minister za okolje in prostor, Ljubljana, 21.1.2002« so se rezerve zahodno od novo postavljene zahodne meje pridobivalnega območja pričele obravnavati kot začasno izvenbilančne.

Zaradi predhodno navedenih aktivnosti so bili v letu 2004 izvedeni izračuni zalog premoga vzhodno od postavljene zahodne meje pridobivalnega prostora jame Velenje.

Izračuni so prikazani v poročilu »Poročilo o stanju zalog Premoga na dan 31.12.2004 ter primerjava z odkopnimi zalogami iz dolgoročnih konceptov odkopavanja«, Premogovnik Velenje, Tehnično področje, Velenje, februar 2005.

Osnovna izhodišča upoštevana pri izdelavi poročila so bila:

- zaloge so obdelane za Velenjsko polje, do profila »z«, pri čemer je na profilu »z« že upoštevana vertikalna meja (kar predstavlja realno mejo odkopavanja na zahodu Velenjskega polja),
- upoštevana je meja kurilne vrednosti 8.4 MJ/kg,
- odpisane so bile bilančne zaloge (L-plošče, steber 11, del G-plošč) v količini 41 milijonov ton,

Stanje zalog za jama Velenje ob koncu leta 2004 je prikazano v tabeli 1.

Tabela 1.: Stanje zalog v jami Velenje na dan 31.12. 2004

Zaloge (nad 8,4 MJ/kg)	245 mio. t
Bilančne zaloge	217 mio. t
Bilančne zaloge (z upoštevanjem odpisa)	176 mio. t

Glede na to, da so v obdobju po letu 2005 bile izdelane konceptualne rešitve za odkopavanje območij v jami Velenje, je bil izveden tudi preračun zalog (odkopnih zalog) na osnovi konceptualnih rešitev, kjer so že upoštevane v sloj umeščene odkopne plošče (z navezavami) kakor tudi odkopne izgube, ki izhajajo iz tehnologije odkopavanja. Prav tako so bile ponovno izračunane zaloge, ki so poimenovane »Vezane zaloge«.

Teh zalog je v velenjskem delu premogovnika okoli 55 milijonov ton. Ocenjujemo, da se jih lahko z obstoječo tehnologijo odkoplje približno 49 milijonov ton. Sestavljajo jih:

- premog vezan v NOP stebru,
- premog v območjih, kjer je bilo v preteklosti opuščeno odkopavanje (L – plošče, S steber, severni del G – plošč, del stebra 11 v Jami Škale) ter
- premog v talninskem delu sloja.

Zbir količin premoga in njegove fizikalno kemijske lastnosti prikazujejo po stanju na dan 31. 12. 2008 tabele od 2 do 4.

Tabela 2.: Bilančne zaloge premoga v velenjskem polju PV na dan 31. 12. 2008

Velenjsko polje	Zaloge (ton)
Zaloge (nad 8,4 MJ/kg)	232.000.000
Bilančne zaloge	204.000.000
Bilančne zaloge (z upoštevanjem odpisa)	163.000.000

Tabela 3.: Konceptualno obdelane ter vezane zaloge premoga v PV

Območje	Zaloge (ton)
*Severno krilo	9.065.088
*Južno krilo	4.446.362
*CD steber	13.808.321
*Pesje	48.037.315
**Vezane zaloge	49.000.000
SKUPAJ	124.357.086

*obdelano s koncepti

**NOP steber, L in G območje, talninski del sloja....

Tabela 4.: Fizikalno-kemijske lastnosti premoga na PV

Fizikalno-kemijske lastnosti premoga	
Kurilna vrednost	10,47 MJ/kg
Vsebnost vlage	35,23%
Vsebnost pepela	15,87%
Vsebnost žvepla	1,39%

TERMINSKI IN KONCEPTUALNI NAČRT ODKOPAVANJA V PV

V Premogovniku Velenje trenutno poteka proizvodnja premoga v dveh jamah in sicer:

- v jami Pesje in
- jami Preloge (južno in severno krilo).

Dovoljenja za izvajanje del na teh območjih so bila pridobljena na podlagi rudarskih projektov:

- »Dopolnitev koncepta odkopavanja severozahodnega in centralnega dela jame Preloge«, RP-183/2000 ML,
- »Priprava in odkopavanje odkopne plošče G1/A«, RP-205/2001ML,
- »Nadaljevanje odkopavanja v jami Pesje od k.+40 do k.-40«, RP-13/91,
- »Nadaljevanje odkopavanja južnega krila jame Preloge do zaključka odkopavanja«, RP-54/91.

Z navedenimi konceptualnimi rešitvami je bila obdelana proizvodnja PV do leta 2025. Z namenom podaljšanja proizvodnje premoga na PV so pristopili k iskanju konceptualnih rešitev nadaljevanja odkopavanja v obstoječih jamah (krovninski in talninski del jame Pesje, severno krilo jame Preloge) ter odpiranja novega dela jame Preloge, ki so ga poimenovali CD steber. Tako je v marcu 2007 nastal rudarski projekt »Odkopavanje jame Pesje od k.-40 do dna kadunje ter stebra CD«, št. projekta: RP-325/2007 TK, v juniju 2007 pa še elaborat »Odkopavanje severnega krila jame Preloge«, št. elaborata: TK002/07. S tem je bila konceptualno obdelana proizvodnja PV do leta 2030.

Odkopna polja v Premogovniku Velenje se medsebojno približujejo. S tem se večja njihov medsebojni vpliv, ki narekuje smiselno vključevanje posameznih odkopnih polj in posameznih odkopnih plošč za doseganje potrebne dinamike proizvodnje.

Odkopavanje premoga v južnem krilu jame Preloge se bo nadaljevalo po obstoječem načinu do dna kadunje – predvidoma do etaže k.-140. Smerne proge odkopne plošče na etaži k.-140 se bodo uporabile kot navezave za CD steber ter severno krilo jame Preloge od etaže G3 dalje. Odkopavala se bo po zaključku odkopavanja omenjenih območij.

Odkopno polje CD steber se bo vključilo v proizvodnjo po zaključku odkopavanja v južnem krilu jame Preloge ter po zaključku odkopavanja tretjega nivoja G plošč v severnem krilu jame Preloge. Odkopani bodo trije nivoji CD stebra, zatem pa se bo nadaljevalo z odkopavanjem G območja, kjer bodo odkopani še naslednji trije nivoji. V tem smislu se bo nadaljevalo odkopavanje do dna premogovega sloja na obeh območjih.

Vključevanje odkopnih plošč v jami Pesje bo potekalo v odvisnosti od napredovanja odkopavanja G območja. Stik med G območjem ter jamo Pesje se nahaja na območju s tanjšimi izolacijskimi plastmi. Da jih ne bi pretrgali, mora poglobljanje jame Pesje v tem območju pravočasno slediti poglobljanju G območja.

REZERVE PREMOGA V RTH

Izhodišče za določitev velikosti eksploatacijskih zalog premoga v premogovnem sloju Trbovlje – Ojstro je »Elaborat o klasifikaciji in kategorizaciji izračunanih zalog in virov premoga na pridobivalnem prostoru RTH s stanjem 31.12.2007«, RTH - Rudnik Trbovlje Hrastnik d.o.o., marec

2008. Avtorica elaborata je Branka Bravec, inž.geol. Datum stanja elaborata zalog predstavlja v nadaljevanju datum preseka stanja kot izhodiščni datum nadaljnjih obravnjav.

V elaboratu zalog so sistematično podani rezultati predhodnega potrjenega elaborata zalog s stanjem na dan 31.12.2002, kot tudi izvedene raziskave in preiskave v obdobju do datuma preseka stanja.

Jama Ojstro

Zaloge premoga v jami Ojstro so prikazane v tabeli 5.

Tabela 5.: Zaloge premoga v jami Ojstro

Zaloge kategorija	Bilančne	Skupaj zaloge	Odkopne izgube	Odkopne zaloge
	(t)	(t)	(%)	(t)
A – dokazane				
B – raziskane	2.212.000	2.212.000	25	1.659.000
C ₁ – premalo raziskane	3.215.000	3.215.000	25	2.661.250
Skupaj A+B+C₁	5.427.000	5.427.000	25	4.320.250

Večina teh zalog se nahaja pod zadnjo odkopano etažo na k. 46 in koto 0. Višje se nahajajo zaloge premoga na skrajnem vzhodnem delu jame, kjer se ga ni odkopavalo, zaradi dokaj majhne širine sloja in zaradi vplivov na površino.

Te zaloge premoga v jami Ojstro so zanesljive, poleg tega v sloju premoga ni večjih jalovinskih con. Pri eventualnem odkopavanju zalog premoga v jami Ojstro predstavlja določen problem velika globina jamskih objektov, dolge transportne poti in dolomitni vodonosnik, ki je v zahodnem delu ležišča blizu sloja premoga. Zato bi bilo v primeru eksploatacije teh zalog potrebno znižati nivo vode v dolomitnem vodonosniku. Takšno znižanje nivoja vode v vodonosniku pa bi precej podražilo proizvodnjo. Brez zniževanja nivoja vode v dolomitnem vodonosniku je možno odkopati približno 420.000 ton kvalitetnega premoga.

V jami Ojstro je smiselno odkopavanje zalog na še dveh etažah k. 30 in k.15 v odkopnih poljih Lopata, Javor in Zahodno polje. Na teh dveh etažah je še 915.000 ton kvalitetnega premoga s toplotno vrednostjo 13,39 MJ/kg, mogoče celo več. Glede na to da smo pri obstoječi odkopni mehanizaciji omejeni na odkopno širino, nadkopno pridobivanje in glede nato, da je na vzhodnem delu jame potrebno puščati varnostni steber zaradi vplivov na površino, se lahko iz teh polj pridobi 730 000 t premoga.

Jama Trbovlje - III. polje

Zaloge premoga v jami Trbovlje za območje III. polja so prikazane v tabeli 6.

Tabela 6.: Zaloge premoga v jami Trbovlje – III. polje

Zaloge kategorija	Bilančne	Odkopne izgube	Odkopne zaloge
	(t)	(%)	(t)
Rjavi premog			

A-dokazane	2.950.000	20	2.360.000
B- raziskane	2.880.000	20	2.304.000
C ₁ - premalo raziskane	1.565.000	20	1.252.000
Skupaj A+B+C₁	7.395.000	20	5.916.000

V III. polju se zaloge premoga nahajajo med površino in Zveznim obzorjem na koti približno 230. Te zaloge premoga so že odprte in so tudi dokaj lahko dostopne. Zato jih v RTH-ju tudi nameravajo odkopati. Neodkopan del sloja premoga je debeline do 30 m. Ocenjujemo, da je iz III. polja možno pridobiti še cca. 1,1 mio ton premoga brez izgradnje dodatnih odpiralnih objektov. V III. polju težavo pri odkopavanju povzročajo jalovinski vložki v sloju premoga.

Jama Trbovlje – Plesko polje

Zaloge premoga v jami Trbovlje za območje Plesko polje so prikazane v tabeli 7.

Tabela 7.: Zaloge premoga v jami Trbovlje – Plesko polje

Zaloge Kategorija	Bilančne			Odkopne Izgube	Odkopne zaloge
	Plesko	Podaljšek Plesko	Skupaj		
	(t)	(t)	(t)	(%)	(t)
Rjavi premog					
A – dokazane	123.000		123.000		98.000
B – raziskane	1.957.000	875.000	2.832.000	20	2.265.000
C ₁ – premalo raziskane		3.771.000	3.771.000	20	3.018.000
Skupaj A+B+C₁	2.080.000	4.646.000	6.726.000	20	5.381.000

Po elaboratu o zalogah premoga so največje zaloge premoga v III. polju in v Plesko polju. V Plesko polju je podobna količina zalog kot v III. polju s tem, da tukaj skoraj ni zalog A kategorije. V Plesko polju se nahaja rjavi in rjavi kotlovni premog. Raziskanost tega polja je slabša zato je tudi veliko teh zalog uvrščenih v C₁ kategorijo.

Potrebna pripravljala dela in raziskave

V tabeli 8 je prikazan obseg odpiralnih objektov in raziskav po posameznih odkopnih poljih.

Tabela 8.: Obseg priprave odpiralnih objektov

Polje	Zaloge po elaboratu	Predvidena proizvodnja	Količina odpiralnih objektov	Etažni objekti	Raziskovalno vrtanje
	(t)	(t)	(m)	(m)	(m)
Jama Ojstro	4.320.000	730.000	650	1.370	4.400
III. polje	5.916.000	1.100.000	-	4.600	14.000
Plesko polje	5.381.000	1.000.000	900	4.000	11.400
Skupaj	15.617.000	2.830.000	1550	9.970	29.800

Stroške odpiranja in raziskav smo ovrednotili po posameznih odkopnih poljih in upoštevali dejansko kurilnost izkopanega premoga v višini 11 GJ/t. Osnova za določitev proizvodne cene po posameznih odkopnih poljih je bila proizvodna cena iz III. polja jame Trbovlje (odkop št. 1 iz konca leta 2007 in iz 1. polovice 2008). Do te lastne cene smo prišli tako, da smo privzeli, da bodo podobni pogoji odkopavanja v Plesko in v III. polju jame Trbovlje.

Tabela 9.: Izračun stroškov odpiralnih del, raziskovalnih del in proizvodna cena

Polje	Proizvodnja	Kurilnost	Strošek odpiranja in raziskav	Strošek proizvodnje	Proizvodna cena
	(t)	(GJ/t)	(EUR/GJ)	(EUR/GJ)	(EUR/GJ)
Jama Ojstro	730 000	11	0,249	3,14	3,33
III. polje	1 100 000	11	0,0579	3,14	3,20
Plesko polje	1 000 000	11	0,234	3,14	3,32

Jama Hrastnik

Jama Hrastnik je po programu zapiralnih del RTH danes v celoti zaprta. V okviru novelacije elaborata o zalogah iz leta 2002 so vse dotedanje zaloge premoga v jami Hrastnik po elaboratu iz leta 1997 ocenili kot izvenbilančne s kategorijami A, B, C₁ in C₂. Zaloge premoga so prikazane v tabeli 10.

Tabela 10.: Zaloge premoga v jami Hrastnik po novelaciji elaborata o zalogah s stanjem 31.12.2002.

Kategorije zalog premoga	A	B	C ₁	C ₂	
Zaloge	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
Južni del	134.000	4.346.000	10.269.000	-	
Kotno polje	229.000	244.000	72.000	-	
Vzhodno kotno polje	77.000	455.000	2.378.000	6.272.000	
Hrastnik-skupaj	440.000	5.045.000	12.719.000	6.272.000	24.476.000

Jama Hrastnik je na podlagi Pravilnika o uvrščanju zalog trdnih mineralnih snovi v razrede in vrste ter o evidenci (Uradni list SFRJ, št. 53/79) uvrščena v tretjo skupino in drugo podskupino. Za jamo Hrastnik so upoštevali volumsko maso 1,45 t/m³ premoga in prevzeli 25 odstotne odkopne izgube. Parametri povprečne kakovosti zalog so po navedbi v elaboratu s stanjem 31.12.1997 naslednji: 20,71 % vlage, 21,17 % pepela, 2,38 celotnega žvepla in kurilnost 14,78 MJ/kg premoga. V vzorcih premoga strukturnih vrtin v zadnjem obdobju obsežnejšega raziskovalnega vrtnja na območju premogovnika Hrastnik pa je možno oceniti nekoliko nižjo kurilnost in za nekaj odstotkov višjo pepelnost premoga.

V obdobju od 31.12.1997 do novelacije elaborata o kategorizaciji, klasifikaciji in izračunih zalog na stanje 31.12.2002 so v jami Hrastnik med kotami k. 45 in k. 0 sicer izvrtali kar 120 vrtin v skupni dolžini 3.421 metrov, vendar je bilo to vrtnje namenjeno predvsem določevanju meje med premogom in prihrabno za projektiranje odkopnih etaž. V obdobju 1997-2002 ni bilo strukturnogeološkega raziskovalnega vrtnja, katerega rezultati bi lahko vplivali na izračun zalog.

A+B+C₁ zaloge premoga v jami Hrastnik (izvenbilančne), ki se količinsko bistveno niso spreminjale od stanja ob koncu leta 1997, predstavljajo natanko tretjino vseh (bilančnih in izvenbilančnih) A+B+C₁ zaloge premoga za Rudnik Trbovlje – Hrastnik (53.893.000 t). Poleg tega pa so v jami Hrastnik v Vzhodnem Kotnem polju evidentirani dodatni viri kategorije C₂ (6.272.000 t).

TERMINSKI NAČRT ODKOPAVANJA V RTH

Terminski plan odkopavanja za vsa tri odkopna polja v obdobju od leta 2009 do leta 2015 je prikazan v tabeli 11.

Tabela 11.: Terminski plan izkopavanja po odkopnih poljih

Aktivnost/leto	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
III. polje							
Priprave in odkopavanje	■		■	■			
Priprave			■				
Jama Ojstro							
Odpiranje in priprave	■						
Priprave in odkopavanje		■	■				
Plesko polje							
Raziskave				■			
Odpiranje					■		
Priprave					■		
Priprave in odkopavanje					■	■	■
Proizvodnja iz III. polja	200.000		400.000	350.000			
Proizvodnja iz jame Ojstro	250.000	450.000					
Proizvodnja iz Plesko polja					300.000	250.000	200.000
Skupaj	450.000	450.000	400.000	350.000	300.000	250.000	200.000

V letih 2009 in 2010 je načrtovana proizvodnja v višini 450 000 t, po tem obdobju pa bo postopno upadala do 200 000 t v letu 2015. To je načrtovano skladno z kadrovsko socialnim programom zapiranja RTH in z ostalimi razpoložljivimi resursi, ki jih ima družba RTH.

V zaprtem delu jame Hrastnik ni predvidene proizvodnje.

PROJEKCIJE RAZVOJA PROIZVODNJE V PV IN RTH ZA POTREBE PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE V TEŠ IN TET

V Šaleški dolini ležišče premoga v Premogovniku Velenje (PV) na dan 31.12. 2008 razpolaga s 163 milijoni ton bilančnih zalog premoga (lignita) od tega je 124,4 milijona ton eksploatacijskih zalog s

povprečno kurilno vrednostjo 10,47 MJ/kg. Projekcije za nadaljnjo proizvodnjo premoga so vezane na dolgoročno obratovanje Termoelektrarne Šoštanj (TEŠ), ki bo z investicijo v blok 6 moči 600 MW povečala inštalirano moč elektrarne iz sedanjih 750 MW na 1029 MW in letno proizvodnjo iz 3500 MWh na 5000 MWh. PV je edini dobavitelj premoga za TEŠ. Višina proizvodnje premoga bo do leta 2021 znašala 4 milijone ton/leto, do leta 2040 bo postopno upadala (po 100 000 ton/leto) do višine 2 milijona ton/leto in se na tem nivoju obdržala do konca eksploatacije velenjskega odkopnega polja v letu 2050. Po letu 2014 bo proizvodna cena premoga iz PV znašala 2,25 EUR/GJ.

V Šaleški dolini je v tako imenovanem šoštanjskem delu nahajališča še približno 90 milijonov ton bilančnih zalog premoga, od katerega ga bi lahko po ocenah pridobili še približno 60 milijonov ton. Izkoriščanju tega premoga se je Premogovnik Velenje začasno odpovedal. Ob uporabi konvencionalnih metod odkopavanja in zahtevi po odkopavanju brez posedanja površine izkoriščanje tega premoga ekonomsko ne bi bilo upravičeno.

Republika Slovenija se je skozi Zakon o postopnem zapiranju Rudnika Trbovlje-Hrastnik (RTH) in razvojnem prestrukturiranju regije (Uradni list RS, št. 61/2000) odločila, da zapre premogovnike rjavega premoga v Zasavju. Do leta 2009 (v letu 2009 0,6 milijona ton premoga bo potekala proizvodnja za potrebe Termoelektrarne Trbovlje (TET) s sočasnim zapiranjem po tem letu pa bi se do leta 2015 izvajala samo zapiralna dela. Glede na stanje energetike v Evropi in na svetu smo priče stalnemu porastu cen energentov, tudi premoga. V danih razmerah bomo v Sloveniji prisiljeni izkoristiti vse razpoložljive rezerve premoga, zato je smiselno ponovno proučiti preostale rezerve v odkopnih poljih RTH in na osnovi konkurenčnih izhodišč predstaviti možnosti za njihovo izkoriščanje v povezavi s TET. TET je za Slovenijo pomembna energetska lokacija, odločitve o njeni posodobitvi še ni, sprejeti jo bo potrebno v letu 2009. Življenjska doba TET se izteče leta 2015. Poraba premoga je zagotovljena do leta 2009 v TET na osnovi prednostnega dispečiranja za katerega ima TET z ELESOM sklenjeno tudi dolgoročno pogodbo.

Potencialnih odkopnih zalog, ki naj bi po letu 2009 znašale še približno 24 milijona ton premoga (Elaborat o zalogah s stanjem na dan 31.12.2002 ima RTH evidentiranih še 53 milijonov ton bilančnih zalog od tega 24 milijonov ton odkopnih pri povprečni kurilni vrednosti 11 MJ/kg).

TET načrtuje z obstoječimi napravami proizvodnjo električne energije še do leta 2015 (podaljšanje obratovanja je možno še do leta 2017). RTH lahko TET-u iz obstoječih odkopnih polj dobavlja premog v višini od 450 000 t do 200 000 t na leto do leta 2015 in v letih 2016 ter 2017 po 200 000 ton na leto. Proizvodna cena premoga bi se lahko gibala po letih med 3,2 in 3,33 EUR/GJ. Po podatkih International Coal Report (september 2008) se bodo svetovne cene energetskega premoga v letu 2009 po kvartalnih gibale v razponu med 4,32 do 4,36 EUR/GJ (Steam Coal Marker). Padec cen nafte bo svetovno ceno premoga gotovo nekoliko znižal.

Proizvodnja električne energije v TET-u pri obratovanju z obstoječimi napravami žal ne more biti konkurenčna, zato bo potrebno poiskati možnosti za ohranitev prednostnega dispečiranja še po letu 2009 oziroma do konca obratovanja naprav.

Glede na dejstvo, da se RTH v skladu z Zakonom o postopnem zapiranju Rudnika Trbovlje-Hrastnik in razvojnem prestrukturiranju regije (Uradni list RS, št. 61/2000) zapira bi bilo smiselno poiskati pravno rešitev glede na zakonodajo v EU 27, ki bi omogočila nadaljnje izkopavanje odkopnih polj v jami Trbovlje (III. polje, Plesko polje) in v jami Ojstro do leta 2015 oziroma do vključno leta 2017 (zaloge premoga v obstoječih jamah v višini 2,83 milijona ton so potrjene). Preostale zaloge premoga v zaprti jami Hrastnik pa je potrebno potrditi z dodatnimi raziskavami (izvedeno bo v letu 2009). Ob potrditvi preostalih zalog premoga in stroškovni upravičenosti

oziroma konkurenčni ceni proizvodnje se lahko ustanovi nova premogovna družba, ki bi skupaj s TET dolgoročno načrtovala proizvodnjo premoga in električne energije na energetske lokaciji v Trbovljah.

Ta je za Slovenijo strateškega pomena in v letu 2009 se bo potrebno odločiti za investicijo v novo napravo. Najbližja je možnost izgradnje klasične termoelektrarne na biomaso, premog in druga alternativna goriva.

RAZISKAVE PREMOGA NA ZAHODNEM GORIČKEM V PREKMURJU

V pregledu stanja izkoriščenosti potencialov Slovenije na področju energetskih surovin (Strateška konferenca 1992, Brdo pri Kranju) je eno perspektivnejših območij z največjim energetskim potencialom območje severovzhodne Slovenije. Na zahodnem Goričkem, v Vidmu ob Ščavnici, Presiki in med Lendavo in Petišovci so ugotovljene potencialne zaloge rjavega premoga, ki so prikazane v tabeli 12.

Tabela 12.: Ocenjene zaloge premoga v severovzhodni Sloveniji

Raziskovalni prostor	Zaloge (mio. ton)
Zahodno Goričko	450
Lendava – Petišovci	200
Videm ob Ščavnici	100
Presika – Podgorci	80
Skupaj	830

Najpomembnejše je območje na zahodnem Goričkem, od Strukovcev do Kuzme. Kvaliteta premoga je boljša od vseh rjavih premogov v Sloveniji. Kurilna vrednost je 17.5 MJ/kg, vsebnost gorljivega žvepla pa znaša 0.91 %. Premog se nahaja plitvo pod površino. Do globine 150 m pričakujemo na površini 50 km² okoli 250 milijonov ton potencialnih zalog premoga, do globine 250 m pa skupaj 450 milijonov ton. Premogove plasti se nahajajo plitvo pod kvartarnimi zasipi peska in melja ter vpadajo pod kotom 2⁰ do 4⁰. Debelina premoga znaša med 10 in 12 m.

Ocene o virih premoga na Goričkem temeljijo na izvrtaninah in elektrokarotažnih meritvah naftnih vrtin, zato bi bilo potrebno zaloge premoga potrditi z ustreznimi geološko-raziskovalnimi deli (kartiranje, vrtnanje, vzorčevanje) in prekategorizirati rezerve iz sedanje kategorije D v kategorizacijo C2. Minimalni obseg raziskav predvideva :

- geološko kartiranje (podrobno kartiranje površine 50 – 100 km²),
- globinsko vrtnanje (10 – 12 vrtin globine 150 do 200 m),
- vzorčevanje.

V tabeli 13 je prikazan načrt izvedbe raziskav, pri čemer so pogoj za izvedbo naslednje faze zadovoljivi rezultati predhodne.

Tabela 13.: Obseg raziskav rezerv premoga v severovzhodni Sloveniji

	Faza raziskav	Opis aktivnosti
1.	Raziskovalno vrtnanje	3 raziskovalne vrtine
2.	Podrobnejše raziskovalno vrtnanje	2 cevna piezometra

3.	Geološko kartiranje	Kartiranje, 3 raziskovalne vrtine, 4 cevni piezometri, preliminarni elaborat o rezervah
4.	Elaborat o rezervah in projekt z oceno ekonomičnosti	Sondiranje prostora, elaborat, project
5.	Investicijski program	
6.	Odpiralna dela	

Slovenija energetske ni bogata dežela, zato je te zaloge premoga smiselno raziskati, njihovo izkoriščanje pa s konvencionalnimi načini rudarjenja ni primerno. Velik del območja nahajališč premoga predstavlja Krajinski park Goričko. Razvoj novih tehnologij podzemnega uplinjevanja premoga bo v prihodnjih 20 letih v svetu po vseh projekcijah doživel komercialne aplikacije, ki bodo ustrezne tudi za izkoriščanje teh zalog premoga.

ZAKLJUČEK

Pridobivanje premoga v Sloveniji je vezano na dve elektroenergetski lokaciji v Šaleški dolini in v Zasavju. Potencialne oziroma strateške zaloge premoga pa imamo še v Prekmurju V Šaleški dolini sta to Premogovnik Velenje (PV) in Termoelektrarna Šoštanj (TEŠ), v Zasavju pa Rudnik Trbovlje-Hrastnik (RTH) in Termoelektrarna Trbovlje (TET).

V Šaleški dolini je glede na udeležbo opazovanih podjetij v širši reprodukcijski verigi slovenskega gospodarstva narodnogospodarski pomen PV in TEŠ izjemno velik. Izpad podjetij iz reprodukcijske verige, v primeru zaprtja PV, v nadaljevanju pa tudi TEŠ, bi imel svoje odmeve na poglavitne makroekonomske kazalce slovenskega gospodarstva kot celote (BDP, industrijsko proizvodnjo, zaposlenost, zunanjetrgovinsko ravnotežje, stabilnost cen, itd.) in tudi ekonomske kazalce z vidika parcialnih delov slovenskega gospodarstva, to je panog, ki so posredno in neposredno povezane s PV in TEŠ. V tem delu lahko pričakujemo vpliv na poslovno uspešnost, produkcijo, porabo stalnega kapitala, število zaposlenih v podjetjih v večini panog. Dolgoročni načrti PV in TEŠ predstavljajo zanesljiv člen v verigi proizvodnje električne v Republiki Sloveniji, saj dolgoročno (do leta 2050) zagotavljajo 1/3 doma proizvedene električne energije.

RTH in TET sta družbi, ki sta močno vpeti v lokalno in regionalno okolje, izpad obeh iz reprodukcijske verige bi imel močan vpliv na lokalno in regionalno gospodarstvo, znatno manjši vpliv v primerjavi s PV in TEŠ pa na makroekonomske kazalce slovenskega gospodarstva. Republika Slovenija se je skozi Zakon o postopnem zapiranju Rudnika Trbovlje-Hrastnik (RTH) in razvojnem prestrukturiranju regije (Uradni list RS, št. 61/2000) odločila, da zapre premogovnike rjavega premoga v Zasavju. Do leta 2009 (v letu 2009 0,6 milijona ton premoga bo potekala proizvodnja za potrebe Termoelektrarne Trbovlje (TET) s sočasnim zapiranjem po tem letu pa bi se do leta 2015 izvajala samo zapiralna dela. TET je za Slovenijo strateška energetska lokacija s katero velja tudi v prihodnje računati. Ob morebitnih možnostih za podaljšanje izkoriščanja preostalih zalog premoga v Zasavju v povezavi s kurjenjem le tega v TET bi to močno omililo negativna demografska gibanja v regiji.

Zaloge premoga v Prekmurju pa predstavljajo, ob skromnih rezervah fosilnih energetskih virov v naši državi, strateško rezervo Slovenije.

VIRI IN LITERATURA:

1. DERVARIČ, Evgen, VUKELIČ, Željko, KRIŽANIČ, France, FESTIČ, Mejra, ROMIH, Dejan, BRINAR, Branka, VRANČIČ, Marjeta, KRIŽNIČ, Albin, ČADEŽ, Franc, BAJDA, Henrik, PAVČNIK, Matej, BRAVEC, Branka. *Upravičenost odkopavanja preostalih zalog premoga v jamah Ojstro in Trbovlje po letu 2009 in zaprtega dela jame Hrastnik : študija : 1. faza*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, september 2008.
2. DERVARIČ, Evgen, MEDVED, Milan, LAJLAR, Bojan, LENART, Marjan, KODRIČ, Tomaž. *Revizija zalog premoga v Premogovniku Velenje na osnovi konceptualnih rešitev do zaključka odkopavanja velenjskega odkopnega polja : poročilo*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, januar 2009.
3. Elaborat »Elaborat o kategorizaciji, klasifikaciji in izračunu rezerv premoga na območju Premogovnika Velenje« (stanje 31.12.1998), Premogovnik Velenje, Tehnični sektor, Velenje, junij 1999
4. POTRDILO o zalogah premoga na območju pridobivalnega prostora Premogovnika Velenje, s stanjem 31.12.1998, Republika Slovenija, MINISTRSTVO ZA GOSPODARSKE DEJAVNOSTI, Ljubljana, 10.12.1999
5. Koncesijska pogodba številka 354-13-737/01, Ljubljana, 21.1.2002, Konkudent; Pooblaščenec Vlade RS mag. Janez Kopač, MINISTER ZA OKOLJE IN PROSTOR, Ljubljana, 21.1.2002
6. Poročilo »Poročilo o stanju zalog Premoga na dan 31.12.2004 ter primerjava z odkopnimi zalogami iz dolgoročnih konceptov odkopavanja«, Premogovnik Velenje, Tehnično območje, Velenje, Februar 2005
7. Elaborat »Napoved fizikalno-mehanskih parametrov in kurilne vrednosti lignita do leta 2028«, številka elaborata 02/07-HGS, Premogovnik Velenje, Tehnično območje, Velenje, februar 2007
8. Rudarski projekt: »Nadaljevanje odkopavanja v jami Pesje od k.+40 do k.-40«, RP-13/91, Rudnik lignita Velenje, marec,1991, odgovorni vodja projekta: Marjan Moškon, dipl.inž.rud., revizijska klavzula št. 6/25-B/91, Rudarski inštitut Ljubljana, Ljubljana, 22.05.1991.
9. Rudarski projekt: »Nadaljevanje odkopavanja južnega krila jame Preloge do zaključka odkopavanja«, RP-54/91, Rudnik lignita Velenje, avgust,1993, odgovorni vodja projekta: mag. Boris Salobir, dipl.inž.rud., revizijska klavzula št. 06/28-93, Rudarski inštitut Ljubljana, Ljubljana, 08.11.1993.
10. Rudarski projekt: »Koncept odkopavanja severozahodnega predela jame Preloge«, št. projekta:m RP28/91, Rudnik lignita Velenje, februar, 1995, odgovorni vodja projekta: mag. Boris Salobir, dipl.inž.rud., revizijska klavzula št. 261/95, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, Ljubljana, 02.11.1995.
11. Rudarskega projekta »Velenjska odkopna metoda«, št. projekta: RP-36/95 ML, Rudnik lignita Velenje, Velenje, junij,1996, odgovorni vodja projekta Marijan Lenart, dipl.inž.rud. revizijska klavzula št.297/97, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, Ljubljana, 16.07.1997.
12. Rudarski projekt: »Dopolnitev koncepta odkopavanja severozahodnega in centralnega dela jame Preloge«, RP-183/2000 ML, Premogovnik Velenje, julij, 2000, odgovorni vodja projekta: Marijan Lenart, univ.dipl.inž.rud., revizijska klavzula št. 366/01, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, Ljubljana, 09.03.2001.

13. Rudarski projekt: »Priprava in odkopavanje odkopne plošče G1/A«, RP-205/2001ML, Premogovnik Velenje, september, 2001, odgovorni vodja projekta: Marijan Lenart, univ.dipl.inž.rud., revizijska klavzula št. KC-12/2001, Ciril Kemperle s.p. projektiranje, revidiranje in svetovanje, Velenje, 02.10.2001.
14. Elaborat: »Koncept odkopavanja premoga v južnem krilu jame Preloge in v A stebru v jami Pesje«, št. elaborata: 1/2004BŠ, Premogovnik Velenje, Velenje, marec, 2004, odgovorni vodja projekta: Božo Špegel, univ.dipl.inž.rud.
15. Rudarski projekt: »Odkopavanje jame Pesje od k.-40 do dna kadunje ter stebra CD«, št. projekta: RP-325/007TK, Premogovnik Velenje, marec, 2007, odgovorni vodja projekta: Tomaž Kodrič, univ.dipl.inž.rud., revizijska klavzula št. 48/2006, Proteus inženiring biro d.o.o., Velenje, 06.04.2007.
16. Elaborat: »Odkopavanje severnega krila jame Preloge«, št. elaborata: TK002/07, Premogovnik Velenje, junij, 2007, odgovorni vodja projekta: Tomaž Kodrič, univ.dipl.inž.rud.
17. Razvojni program RTH, Rudnik Trbovlje – Hrastnik d.o.o. do leta 2016, Trbovlje, Marec 2006.
18. Zakon o postopnem zapiranju Rudnika Trbovlje – Hrastnik in razvojnem prestrukturiranju regije (Uradni list RS, št. 61/2000).
19. Nacionalni energetski program Republike Slovenije, DZ RS, 2004
20. Elaborat o klasifikaciji in kategorizaciji izračunanih zalog in virov rjavega premoga na pridobivalnem prostoru RTH s stanjem 31.12.2007.
21. Odgovori na pripombe študije »Upravičenost odkopavanja preostalih zalog premoga v jamah Ojstro in Trbovlje po letu 2009 in zaprtega dela jame Hrastnik« - I. faza, Trbovlje, Oktober 2008
22. Poročilo o poslovanju RTH, Rudnik Trbovlje Hrastnik za leto 2007, Trbovlje, 2008.
23. Kuščer, D. in Mitrevski, G. 1979: Geologija mejnega območja med jamama Hrastnik in Dol. *Rudarsko-metalurški zbornik* 26/2-3, 167-178, Ljubljana.
24. Placer, L. 1988: Preliminarna analiza strukture Ojstrega in Hrastnika. Arhiv RTH.
25. Placer, L. in sod. 1994: Stratigrafski in tektonski razvoj Laške sinklinale. Arhiv RTH.
26. Placer, L. 1999 (1998): Structural meaning of the Sava folds. *Geologija* 41, 191-221, Ljubljana.
27. Mitrevski, G. in Bravec, B. 2003: Renovelacija elaborata o kategorizaciji in klasifikaciji izračunanih zalog in virov rjavega premoga na območju pridobivalnega prostora Rudnika Trbovlje-Hrastnik (RTH) s stanjem 31. 12. 2003. Arhiv RTH.
28. Uhan, J., 1991: Geokemične značilnosti premogove plasti v Trboveljsko-Ojstrški strukturalni enoti. *Magistrsko delo*, Ljubljana.