

UDK 553.622:669(497.12)=863

Nekovinske mineralne surovine na ozemlju Šaleške kotline

Nichtmetallische Mineralrohstoffe im Gebiet des Šalek-Beckens

Janez Štern, Aleksander Brezigar in Miha Mišič
Geološki zavod Ljubljana, Parmova 37, 61000 Ljubljana

Jožica Štukovnik

»Gorenje« Tovarna gospodinjske opreme, obrat Keramika Gorenje, 63327 Šmartno ob Paki

Kratka vsebina

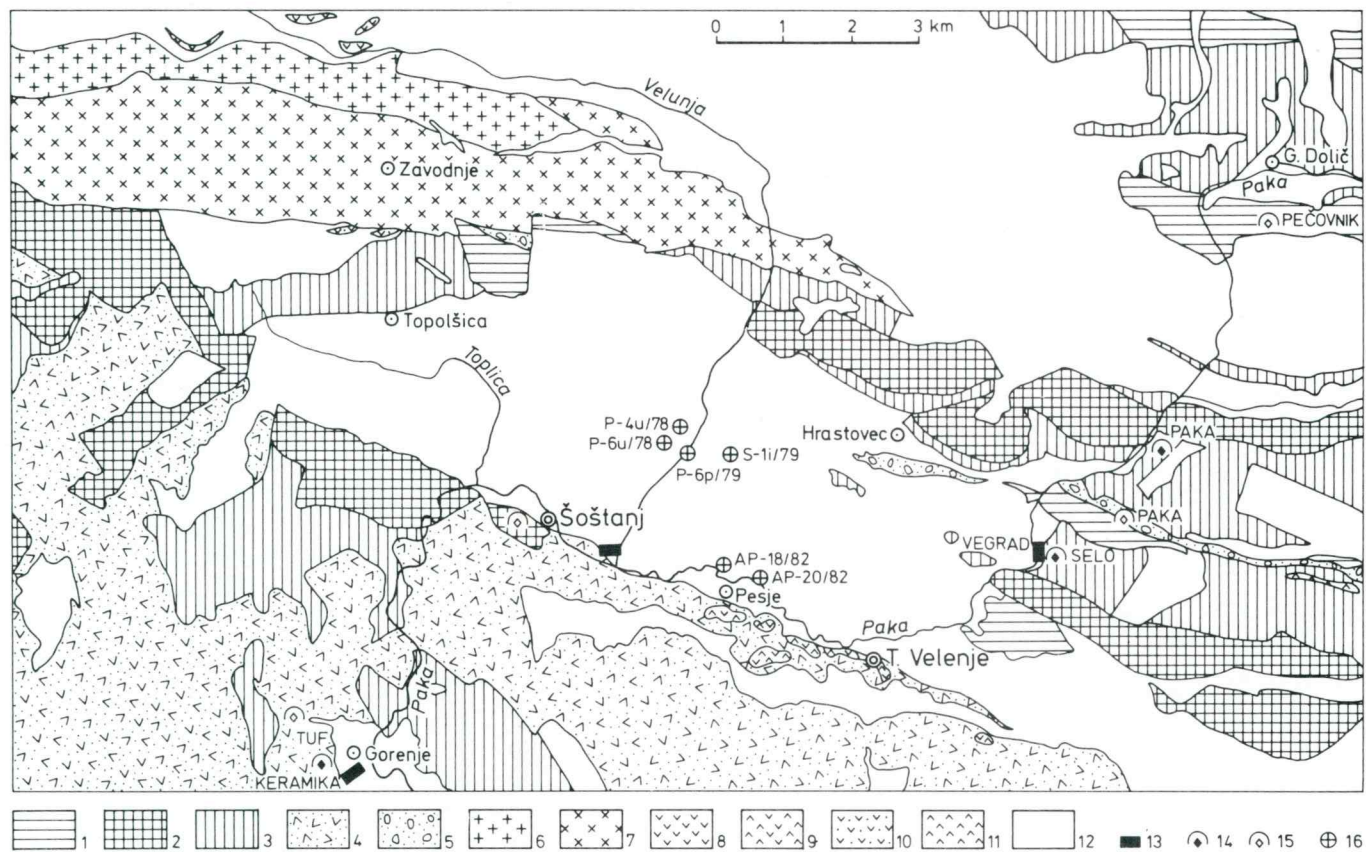
O nekovinskih mineralnih surovinah ozemlja je podan pregled podatkov o večjih objektih za njihovo izkoriščanje. Prikazan je regionalni obseg različnih kamenin, ki so po začasni selektivni oceni perspektivne kot »nekovine«. Predstavljeni so rezultati novjših raziskav za keramiko zanimivih nahajališč gline v talnini in krovniini premogonosnih plasti Šaleške kotline.

Kurzfassung

Über die nichtmetallischen Mineralrohstoffe des Gebietes ist eine Daten-Übersicht für die grösseren Objekte zur Nutzung der Rohstoffe gegeben. Der regionale Umfang verschiedener Gesteine ist dargestellt, welche nach einer vorläufigen selektiven Bewertung als »Nichtmetalle« perspektivisch sind. Neuere Untersuchungsergebnisse von keramisch interessanten Tonvorkommen im Liegenden und Hangenden der kohlenführenden Schichten des Šalek-Beckens sind vorgestellt.

Uvod

Sestavek je del gradiva iz raziskovalne naloge Karta nekovinskih mineralnih surovin SR Slovenije (s Tolmačem) za leto 1983, ki jo financira Raziskovalna skupnost Slovenije. Prispevek »Nekovinske mineralne surovine na ozemlju Šaleške kotline« je bil podan na Simpoziju o geologiji Šaleške kotline v Titovem Velenju leta 1983. V skrajšani obliki je pod istim naslovom izšel v Geološkem zborniku 3, 1983, Odsek za geologijo, Ljubljana, v celoti pa naj bi izšel v Geološkem zborniku 6. Ker ta zaradi denarnih težav ni izšel, objavljamo celoto šele sedaj. Prispevek podaja stanje raziskav v letu 1983 in ga kasneje nismo spreminjali. K predhodnim informacijam (Štern, 1983) dodajamo za ozemlje Šaleške kotline podrobnejše podatke o večjih objektih za pridobivanje in predelavo »nekovin«, regionalni obseg perspektivnih kamenin kot nekovinskih mineralnih surovin po začasni oceni in rezultate novjših



Sl. 1. Nekovinske mineralne surovine na ozemlju Šaleške kotline
 Abb. 1. Nichtmetallische Mineralrohstoffe im Gebiet des Šalek-Beckens

raziskav za keramiko ali opekarstvo zanimivih nahajališč gline v sklopu premogonosnih plasti Šaleške kotline.

Prostorsko lego obravnavanih kamenin-surovin »nekovin« in večjih obstoječih objektov za njihovo izkoriščanje kaže slika 1. Na njej so označene še raziskovalne vrtine, s katerimi so ugotovili keramično zanimive gline.

Nekovinske mineralne surovine Šaleške kotline v eksploataciji

Janez Štern

Na ozemlju Šaleške kotline so številni manjši kamnolomi in »peskokopi«, ki jih več ne ali pa le še občasno izkoriščajo za bližnje lokalne potrebe (npr. pri Topolšici, južno od Šoštanja in Velenja, na več krajih ob Paki). Stalno in v večjem obsegu na tem ozemlju pridobivajo kamnine-»nekovine« le v treh velikih kamnolomih in predelujejo v treh industrijskih obratih.

Dolomit za gradbene agregate pridobivajo na dveh krajih vzhodno od reke Pake.

Kamnolom dolomita »Paka« (REK RL Velenje, tozd Izobraževanje)

V Paki, okoli 200 m vzhodno od asfaltirane ceste (in opuščene železnice) Velenje-Dravograd, pridobiva Rudnik lignita Velenje kvalitetni dolomit za gradbeni agregat. Geološke raziskave (leta 1981) so pokazale, da obsega to ležišče srednjetriadnega, močno zdobljenega dolomita do 7 ha veliko, s prelomi omejeno območje. V njem so ugotovili 1,700 000 m³ skupnih zalog surovine. Te količine dolomita bodo lahko pridobili le, če bodo prestavili cesto na Paški Kozjak, ki omejuje kamnolom proti vzhodu. Zaradi izredne naravne drobljivosti pridobivajo v kamnolomu Paka dolomitni granulat frakcij 0–5, 5–10, in 10–30 mm le s preprostim sejanjem masovnih odstrelov. Dolomitni granulat Paka (na osnovi preiskav kvalitete pri ZRMK Ljubljana, 1980) ustreza zahtevam za uporabo kot grobi pesek za malte in omete. Deloma apneni dolomit iz Pake je skoro bela, zelo čista karbonatna surovina (tabela 1).

Za leto 1983 so za kamnolom dolomita Paka predvidevali izkop okoli 160 000 m³ granulata, od tega okoli 25 % za potrebe REK Velenje, ostalo za druge odjemalce.

-
- 1 apnenec – Kalkstein
 - 2 menjavajoča se apnenec in dolomit – abwechselnde Kalke und Dolomite
 - 3 dolomit – Dolomit
 - 4 andezitni tuf – Andesit-Tuff
 - 5 kremenov konglomerat in peščenjak – Quarzkonglomerat und Sandstein
 - 6 granit – Granit
 - 7 tonalit – Tonalit
 - 8 diabaz – Diabas
 - 9 dacit – Dacit
 - 10 andezit – Andesit
 - 11 keratofir – Keratophyr
 - 12 malo perspektivne ali neperspektivne druge kamnine – wenig oder nicht perspektive andere Gesteine
 - 13 obrat predelave nekovinskih mineralnih surovin – Verarbeitungsbetrieb nichtmetallischer Mineralrohstoffe
 - 14 aktivni večji kamnolom – grösserer Steinbruch, aktiv
 - 15 opuščeni večji kamnolom – grösserer Steinbruch, stillgelegt
 - 16 raziskovalna vrtina z ugotovljeno keramično glino – Kernbohrung (Bezeichnung) mit festgestelltem keramischem Ton

Tabela 1. Kemična sestava dolomita iz Pake
Tabelle 1. Chemische Zusammensetzung des Paka Dolomits

CaO	43,10 %	nihanja - Schwankungen	32,56 - 53,64 %
MgO	10,58 %	nihanja - Schwankungen	1,72 - 19,52 %
SiO ₂	0,06 %		
R ₂ O ₃	0,81 %		
S	0,017 %	Analize - Analysen: Laboratoij - REK EK	
P	0,020 %	Zasavje, Trbovlje, 1981	
Žaroizguba Glühverlust	45,39 %		

Kamnom in predelava dolomita Selo
(GIP VEGRAD, tozd VEMONT, Titovo Velenje)

V kraju Selo blizu asfaltirane ceste Titovo Velenje-Dravograd so postavili tovarno betonskih elementov, tik ob njej vzhodno pa odprli »peskolom« dolomita za gradbene agregate. Po geoloških raziskavah (leta 1978) je kamnom lociran v dolomitu spodnjetriadne skitijske starosti, ki slemeni v smeri E-W in ga na severni in zahodni strani prekrivajo heterogene karbonatno-klastične kamenine spodnje triade. Dolomit v ležišču Selo je precej tektonsko razlomljen in zdrobljen ter zelo močno in še globoko pod površino pomešan z limonitno-rjavo glinasto preperino. Proizvedeni agregati dolomita Selo frakcij 0-5, 5-10, 10-30 in 30-70 mm so na osnovi preiskav vzorcev iz redne proizvodnje uporabni le za betone, ki niso izpostavljeni atmosferskim vplivom in obrabi.

S stanjem 1977 so v ležišču dolomita Selo ugotovili 1.440.000 m³ odkopnih zalog surovine. Po ustreznih dodatnih raziskavah bo kamnom Selo možno razširiti dalje proti vzhodu. Proizvodnjo dolomitnih agregatov Selo so leta 1978 planirali na okoli 150.000 m³ letno, v letu 1983 pa je znašala okoli 80.000 do 100.000 m³. Večino (70 %) granulatov porabi GIP VEGRAD za svoje potrebe, deloma v tovarni betonskih elementov (predvsem tlakovcev), deloma v industrijski pripravi betona.

Predelava EF-pepela iz lignita TE Šoštanj
(REK Velenje, DO Elektrofiltrski elementi Družmirje)

V tovarni EFE že vrsto let uspešno predelujejo manjši del velikih količin EF-pepela od izgorevanja lignita v bližnji termoelektrarni. Količino okrog 300 ton te odpadne surovine dnevno oblikujejo po posebnem postopku z dodatki apna, azbestnega prahu in vode v »EFE«-zidake in bloke, z dodatkom cementa tudi v izolacijske gradbene elemente. Proizvodne zmogljivosti EF-elementov znašajo okrog 45 milijonov opečnih enot normalnega formata na leto. Del EF-pepela z ustreznimi dodatki predelujejo tudi v »EFELIT«-omete in malte (okrog 25.000 ton letno). Vsi EFE-proizvodi so po veljavnih normah dovolj kakovostni, pa znatno cenejši od klasičnih opečnih izdelkov. Iz EF-elementov so zgradili velik del novega mesta Titovo Velenje.

Kamnolom andezitnega-pucolanskega tufa Gorenje
(VEGRAD – Titovo Velenje, obrat Tuf – Šmartno ob Paki)

Oligocenski (ali oligo-miocenski?) andezitni tuf zahodno od Gorenja so v preteklosti pridobivali kot iskan naravni okrasni (arhitektonski) kamen, npr. opuščenem »Špehovem« kamnolomu. Od leta 1962 izkoriščajo andezitni tuf v vse večjem kamnolomu »Gorenje« (okrog 400 m zahodno od vasi Gorenje) le še kot granulat za dodatek pucolanskim cementom. Z raziskavami severno in južno od kamnoloma v letih 1977 in 1978 so v ležišču Gorenje ugotovili okrog 1,050.000 m³ eksploatacijskih zalog surovine. Tuf Gorenje ima po veljavnih normativih zadovoljive pucolanske lastnosti (dobre trdnosti in vrednosti »vodne potrebe«). Kamenino sestavljajo minerali kremen, analcim in andezin ter manjše primesi kalcita in glinenih mineralov, delno pa tudi montmorillonit, ki je zaradi »naknadne vodne potrebe« škodljiv betonu. Leta 1977 so v Gorenju pridobili nad 250.000 t tufskega granulata, načrtovali pa so ga za leto 1983 le še 110.000 ton. Zaradi visokih transportnih stroškov in tehnoloških razlogov dobavljajo »tuf Gorenje« samo še bližnjim cementarnam.

Tovarna keramike »GORENJE«
(TGO GORENJE, tozd Gradbeni elementi)

V Gorenju pri Šmartnem ob Paki so leta 1974 postavili tehnološko zelo moderno tovarno, ki uspešno izdeluje lepe in kvalitetne keramične obložne ploščice, v precejšnjem obsegu tudi za izvoz.

S potrebno glino (letno okrog 20.000 m³) se Keramika-Gorenje ne oskrbuje iz Šaleške kotline. Izkorišča glinišče Hom pri Radmirju, ki je od tovarne oddaljeno okrog 20 km. Ležišče je leta 1978 imelo okrog 325.000 m³ zalog gline. Surovina predstavlja povprečno kakovostno opekarsko glino, ki pa je z zelo dobro pripravo in ustreznimi dodatki uporabna za zahtevno izdelavo keramičnih ploščic. V teku so geološke raziskave, katerih cilj je zagotoviti dodatne zaloge ustrezne gline še na drugih krajih.

Zahvala

Zahvaljujem se kolegom Miranu Iskri, Jožetu Veselu in Valentinu Lapajnetu, da so mi dovolili uporabo njihovih podatkov iz neobjavljene dokumentacije Geološkega zavoda Ljubljana.

Regionalna razširjenost kamenin, ki so po začasni oceni perspektivne kot »nekovine«

Začasno oceno in prikaz razprostranjenosti perspektivnih kamenin kot nekovinskih mineralnih surovin na ozemlju Šaleške kotline smo vrednotili novejše objavljene in arhivske osnovne podatke o regionalno-geološki sestavi in zgradbi (Mioč & Žnidarčič, 1976, 1978). Splošne in pregledne geološke informacije s karte in pripadajočega »Tolmača« smo za preliminarno oceno ekonomsko-geološke perspektivnosti kamenin selektivno analizirali le po osnovnem merilu vrednotenja nahajališč »nekovin«: – po litološko-mineraloški sestavi in variabilnosti, po okvirni kakovosti in po možni tehnološki uporabnosti.

Rezultate analize in začasne ocene perspektivnosti različnih kamenin kot nekovinskih mineralnih surovin na ozemlju Šaleške kotline smo prikazali kot pregledno karto na sliki 1 z legendo. S karte moremo razvideti, da so razen neperspektivnih vrst kamenin v geološki zgradbi ozemlja Šaleške kotline v znatnem obsegu zastopane tudi kamenine, ki so po začasni oceni perspektivne kot nekovinske mineralne surovine, predvsem za gradbeništvo in industrijo gradbenih materialov. Le deloma nekatere od njih že izkoriščajo.

Največje količine in najbolj perspektivne »nekovine« na obravnavanem ozemlju predstavljajo karbonatne kamnine. Relativno najmanj zastopani, a tehnološko najpomembnejši med njimi, so čisti apnenci.

Obsežni masiv zgornjetriadnega apnenca je poznan južno od Zgornjega Doliča v severnem grebenu Paškega Kozjaka. Okrog 2,6 ha veliko območje sedaj opuščenega kamnoloma »Pečovnik« južno od Zgornjega Doliča, kjer so vrsto let pridobivali apnenec in ga žgali v apno za Tovarno dušika Ruše, so podrobneje geološko raziskali leta 1958. S petimi raziskovalnimi vrtinami globine od 30 do 60 m (skupaj 226 m) so na grebenu Pečovnika ugotovili okrog 1,100.000 m³ zalog apnenca. Kemična sestava surovine 109 vzorcev iz vrtin, ki je bila uporabna tudi za proizvodnjo Ca-karbida, je prikazana v tabeli 2.

Apnenec na Pečovniku je ponekod zaradi razpokanosti do precejšnje globine onesnažen z rjavo glinasto preperino. V globljih delih apnenca se ob postopnih prehodih javljajo tudi redkejši, bolj dolomitni vložki.

Potencialno zanimive so tudi manjše količine spodnjepermijskega apnenca ob Paki severno od kraja Selo in severozahodno od Topolšice. Po kemični plati verjetno najboljši je stratigrafsko najmlajši miocenski apnenec, ki izdanja na vzhodnem obrobju mesta Titovo Velenje in ga zato verjetno ne bo mogoče izkoriščati.

Po tehnološki kvaliteti nezadostno poznani in glede perspektivnosti problematični so na karti združeno prikazani apnenci in dolomiti zgornjega perma zahodno od Šoštanja in Topolšice ter triadne kamenine v območjih severno in vzhodno od Titovega Velenja.

Večino karbonatnih kamenin na obravnavanem ozemlju predstavlja združeno prikazani dolomit različnih triadnih starosti. Največje in tudi po legi zelo perspektivne količine dolomita so poznane zahodno in vzhodno od železniške proge Šoštanj–Gorenje. Zaradi ukinjene železnice od Titovega Velenja proti Slovenj Gradcu so relativno manj perspektivne sicer velike količine dolomita spodnje in srednje triade vzhodno od Sela in Pake, kjer ga že izkoriščajo, in zgornjetriadni dolomit pri Zgornjem Doliču.

Andezitni tuf oligocenske ali oligo-miocenske starosti, ki ga izkoriščajo le pri Gorenju, predstavlja po svojem velikem obsegu ter prometno dokaj ugodni legi vzhodno in zahodno od železnice Šoštanj–Gorenje zelo perspektivno »nekovinsko« mineralno surovino na ozemlju Šaleške kotline.

Začasna opredelitev vseh drugih vrst kamenin na obravnavanem ozemlju kot »perspektivnih nekovin« je zaradi nezadostnih podatkov večinoma negotova in more služiti le za usmeritev nadaljnjih raziskav.

Raziskave zgornjekarbonskega kremenovega konglomerata v Paki pri Titovem Velenju (Škerlj, 1979) so pokazale, da je kamenino pod posebnimi pogoji mogoče uporabiti za proizvodnjo ferosilicija (FeSi 75), verjetno pa tudi silikakroma v Tovarni dušika Ruše. Le po podatkih s površine so zaloge kremenovega konglomerata v opuščenem »Turnškovem« kamnolomu v Paki ocenili na okrog 3,300.000 ton. Morda se nahaja tak čisti, za kemično industrijo uporabni kremenov konglomerat in peščenjak

Tabela 2. Kemična sestava apnenca iz vrtin južno od Zgornjega Doliča
 Tabelle 2. Chemische Zusammensetzung des Kalksteins aus Bohrungen
 südlich Zgornji Dolič

SiO ₂	0,041	do-bis	1,04 % (izjemno do - selten bis 3,568 %)
R ₂ O ₃	0,10	do-bis	0,84 %
CaO	54,02	do-bis	56,28 %
MgO	0,28	do-bis	0,92 %
P	0,0003	do-bis	0,0022 %
S	0,003	do-bis	0,026 %
Žaroizguba Glühverlust	42,30	do-bis	43,72 % (izjemno od - selten von 41,57 %)

Analize - Analysen: Tovarna dušika Ruše, 1958

še na drugih krajih (pri Hrastovcu in Topolšici) v istem pasu karbonskih plasti. Te kremenove kamenine so некоč lomili kot zelo obstojen gradbeni kamen. Morda so uporabne tudi za kvalitetnejše gradbene agregate visoke trdote in trdnosti.

Kot gradbeni kamen ali za kvalitetne »trde« mineralne gradbene agregate, ki jih v Sloveniji primanjkuje, so po petrografski sestavi perspektivne vse vrste magmatskih kamenin, ki so razširjene predvsem na obrobju Šaleške kotline severno od Topolšice in Zavodnja. To so diabaz starejšega paleozoika, permotriadni granit, tonalit in andezit srednjeterciarne (oligo-miocenske?) starosti. Po Mioču in Žnidarčiču (1978) so te magmatske kamenine često močno tektonsko zdrobljene. Le kompaktnější odseki v njih so potencialni za tehnično uporabo. Diabaz severno od Zavodnja je morda kot oni v Zg. Javorju pri Črni uporaben tudi za petrurgijo, izdelavo kamene volne, in v druge namene. Kot začasno perspektivna smo ocenili tudi nahajališča miocenskega dacita južno od Pesja in Titovega Velenja ter srednje-triadnega keratofirja vzhodno od Pake v južnem predelu Paškega Kozjaka. Možno je, da katero od nahajališč vsebuje magmatsko kamenino, ki bi jo mogli izkoriščati za trdi mineralni agregat v gradbeništvu.

Postopne podrobnejše regionalne in tudi poldetaljne raziskave nahajališč ter preiskave kvalitete in uporabnosti potencialnih surovin bodo potrebne za določnejše ovrednotenje prikazanih območij in vrst kamenin, začasno ocenjenih kot perspektivne »nekovine« na obravnavanem ozemlju.

Zadnja leta smo takšne raziskave že izvršili na primerih »bele talninske gline« v podlagi ter »opekarske gline« v krovni pliokvartarnih premogonosnih plasti Šaleške kotline severno od Šoštanja in Pesjega.

Orientacijske preiskave sestave in keramične kvalitete gline v premogonosnih plasteh Šaleške kotline

Janez Štern, Aleksander Brezigar, Miha Mišič in Jožica Štukovnik

»Bela-talninska« glina v bazi premogonosnih plasti

Z globokimi strukturnimi vrtinami za raziskave premoga P-4u/78, P-6u/78, P-6p/79 in S-1i/79, ki so jih izvrtali severno od Šoštanja in Pesjega (sl. 1), smo v bazi skladovnice pliokvartarnih premogonosnih plasti, ki leži na triadni podlagi, ugotovili

zelo zanimive pojave »bele talninske gline« (Brezigar, 1983, Brezigar et al., 1983, Brezigar et al., 1985/86). Ta značilni glinasti horizont, odložen v predpliocenskem kopnem obdobju, nahajamo le zahodno od »paleo erozijskega jarka« in severno od »triadnega praga« v podlagi centralnega dela Šaleške kotline. Horizont predstavlja v spodnjem delu neposredno na dolomit odloženo fosilno preperinsko plast nečiste rdeče gline »I A«, ki navzgor prehaja v svetlo sivo do belo kaolinitno-illitno glino »I B«.

Rožnato, svetlo sivo do belo »talninsko glino« smo leta 1978 ugotovili z vrtino P-6u/79 (kota ustja = 388,37 m) le 9,0 m pod spodnjo mejo najglobljega sloja lignita na globini 453,5 do 457,5 m, kjer leži glina na triadnem (verjetno skitijskem) dolomitu. Značilna vzorca (neplavljene) rovne gline sta pri rentgenski analizi pokazala naslednjo mineralno sestavo:

vzorec 456,8 m: kremen, dolomit, illit, halit, plagioklaz, Mg-kalcit in kaolinit;

vzorec 457,5 m: kremen, dolomit (kemična analiza = 17 %), illit, halit, kaolinit, plagioklaz in Mg-kalcit (2 %).

Z vrtino P-4u/78 (kota ustja = 391,13 m) smo belo glinasto talnino opazovali 9,5 m pod mejo najglobljega sloja lignita na naslednjih globinah:

- 379,0–381,2 m: svetlo siv do bel glinovec, delno z rjavimi prevlekami in belimi ali svetlo zelenimi kompaktnjšimi drobcji (do 1 mm);
- 381,2–382,2 m: bel kompakten glinovec;
- 382,2–387,8 m: svetlo siva glina z belimi pikami; ponekod tanke pole trdega kompaktnega belega glinovca, ki navzdol postaja svetlo rožnat, z vijoličnimi in belimi drobcji mm-dimenzij;
- 387,8–388,5 m: rdeča glina, ki navzdol prehaja v belo;
- 388,5–389,0 m: vložek kompaktnega belega glinovca prehaja v prhko belo glino, ki je v spodnjem delu rahlo karbonatna; v globini 389,0 m je ostra meja z dolomitom, ki je v zgornjem delu domnevno mlajše triadne anizijske, v globljem delu (414,6–457,5 m) pa nedvomno spodnje-triadne skitijske starosti.

Vzorca glinovca (globina 382 m) in rdeče gline (globina 388 m) sta pokazala kemično sestavo, prikazano na tabeli 3.

Rentgenske preiskave mineralne sestave so dale naslednje podatke:

vzorec 382,2 m: kremen, illit, kaolinit, halit.

vzorec 388,5 m: kaolinit, hematit, kremen, illit.

Informativni test vzorca bele gline iz globine 388,8 m je dal zanimive podatke o keramični kakovosti. Z mokrim sejanjem rovne gline smo ugotovili, da vsebuje 88,0 % fine frakcije pod 63 μ m skoro bele barve, ki jo obdrži tudi po žganju pri okrog 970 °C. Glina je le srednjeplastična. Indeks plastičnosti po Pfefferkornu znaša 18,5 % vlage pri $a = 3,3$ in 17,6 % vlage pri $a = 2,6$. Po rentgenski analizi sestoji glina (frakcije pod 63 μ m) iz mineralov dolomita, kaolinita, illita in kremenca. Po ugotovljeni sestavi in orientacijskih preizkusih kakovosti bi ta glina mogla biti uporabna v keramiki.

Najdebelejši (12,7 m) in najbolj tipični horizont »bele talninske gline« na triadni dolomitni podlagi (skitij) v bazi pliokvartarnih premogonosnih plasti Šaleške kotline smo našli z vrtino P-6p/79 (s koto ustja = 380,8 m). Zanimivi glinasti horizont smo ugotovili 13,5 m pod mejo najglobljega sloja kompaktnega lignita v globini 453,0 do 465,7 m. V vrhnjem odseku horizonta (453,0–464,5 m) smo navzdol opazovali prehod

Tabela 3. Kemična sestava glinovca (globina 382 m) in rdeče gline (globina 388 m) iz vrtine P-4u/78

Tabelle 3. Chemische Zusammensetzung des Tonsteins (Tiefe 382 m) und des roten Tones (Tiefe 388 m) aus der Bohrung P-4u/78

Komponenta (%)	Vzorec - Probe 382 m	Vzorec - Probe 388 m
SiO ₂	56,35	44,63
Al ₂ O ₃	16,4	23,11
Fe ₂ O ₃	6,53	8,16
CaO	10,09	12,05
MgO	0,76	0,50
TiO ₂	0,24	0,14
Na ₂ O	0,18	0,21
K ₂ O	1,43	1,40
S	0,14	0,16
Žaroizguba Glühverlust	7,64	9,38

Analize - Analysen: REK Zasavje, Trbovlje 1979

meter sive gline z vložki premogove gline v značilno svetlo sivo do belo glino, z nagibom plasti 25°. V globini 455,0 m smo v tej glini ugotovili 0,2 m debel vložek rumene gline, v globini 458,0 m pa več premogovih rastlinskih ostankov. V globini 464,5–465,7 m smo opazovali rdečo glino s primesmi peska, do 6 mm debelih prodnikov dolomita in drugih drobcev v magmatske kamenine in kremenca. Neposredno na triadnem dolomitu (skitij) v podlagi leži 0,1 m debel vložek peščene zelene gline z zaobljenimi prodniki.

Na vzorcih »talninske gline« v podlagi ležišča lignita Šaleške kotline iz vrtine P-6p/79 smo orientacijsko preiskali granulacijsko in mineralno sestavo te za keramiko potencialno zanimive surovine. Serijske vzorce iz jedra vrtine smo združili v tri kompozitne vzorce z oznakami VE-I (globina 453,0–459,0 m: svetlo siva do bela glina), VE-II (459,0–464,5 m: pretežno bela glina) in VE-III (globina 464,5–465,7 m: rdečkasta heterogena glina).

Kompozitne vzorce ravne gline smo razmujili v vodi in kvantitativno presejali. Podatki sejalne analize so prikazani v tabeli 4.

Petrografske preiskave so pokazale, da prevladujejo v grobozrnatih frakcijah zrna dolomita, pomešana z drobci magmatske kamenine in kremenca. V frakcijah 0,063–2,0 mm je relativno pogost limonizirani pirit, posebno v vzorcu VE-III. Kremenovi in drugi silikatni drobci so relativno pogostnejši v frakcijah 0,063–0,5 mm.

Mineralna sestava fino zrnatih (potencialno v keramiki uporabnih) frakcij gline < 0,063 mm je na osnovi rentgenskih analiz prikazana v tabeli 5.

Glede na gornje podatke o sestavi bi bilo belo »talninsko glino« iz vrtine P-6p/79 smotno še podrobneje raziskati z vidika verjetno možne keramično-tehnološke uporabnosti. Ugotoviti pa moramo, da ta glina kljub znatni debelini, zaradi lege globoko v jami, žal ni perspektivna za pridobivanje.

Tabela 4. Granulacijska sestava gline iz vrtine P-6p/79
Tabelle 4. Korngrößen-Zusammensetzung des Tones aus der Bohrung P-6p/79

Sito - Sieb (Ø mm)	Ostanek na situ - Siebrückstand (ut. - Gew. %)			
	Vzorec - Probe	VE-I	VE-II	VE-III
5,000		2,78	9,48	1,73
2,000		0,82	1,37	0,79
1,000		0,65	0,87	0,60
0,500		0,82	0,83	0,74
0,200		3,29	1,63	3,05
0,100		8,50	3,61	3,02
0,063		1,41	1,16	0,23
Skupaj Summe >0,063		18,27	18,95	10,16
Skupaj Summe <0,063		81,73	81,05	89,84
Celokupno-Insgesamt		100,00	100,00	100,00

Tabela 5. Mineralna sestava finožrnatih frakcij gline iz vrtine P-6p/78
Tabelle 5. Mineralische Zusammensetzung der Feinkorn-Fractionen des Tones aus der Bohrung P-6p/78

VE-I < 63 µm:	VE-II < 63 µm:	VE-III < 63 µm:
Kremen - Quarz	kremen - Quarz	kremen - Quarz
kaolinit - Kaolinit	muskovit - Muskowit	muskovit - Muskowit
muskovit - Muskowit	kaolinit - Kaolinit	kaolinit - Kaolinit
lojevec(?) - Talk(?)	siderit - Siderit	lojevec(?) - Talk(?)
plagioklaz - Plagioklas	lojevec - Talk(?)	goetit - Goethit
mikroklin - Mikroklin	plagioklaz - Plagioklas	plagioklaz - Plagioklas
	mikroklin - Mikroklin	mikroklin - Mikroklin

Tanjšo (1,3m) plast »bele talninske gline«, ki leži na triadnem skitijskem dolomitu v podlagi pliokvartarnih premogonosnih plasti Šaleške kotline, smo ugotovili še z vrtino S-1i/79 (kota ustja = 380,8m) v globini 493,5–494,8m.

Na osnovi prikazanih podatkov raziskav moremo ugotoviti in zaključiti:

a) Na karbonatni podlagi triade v bazi pliokvartarnih premogonosnih plasti je v osrednjem delu Šaleške kotline odložen zanimiv horizont kaolinitno-illitne »bele talninske gline« neenakomerne debeline do 12,7 metrov.

b) Po granulaciji, mineralni sestavi in orientacijski preiskavi kakovosti je ta glina uporabna za keramiko, morda celo za fino keramiko.

c) Žal moramo ugotoviti, da ta potencialna keramična surovina zaradi lege pod ležiščem lignita ni perspektivna za pridobivanje.

Opekarska glina v krovlini premogonosnih plasti pri Pesju

V okviru programa kvartarnih piezometrov v RL Velenje so leta 1982 med cesto in Velenjskim jezerom severno od Pesjega (slika 1), v vrtinah AP-18/82 in AP-20/82 do globine 20 m, ugotovili zelo enakomerno plast rahlo lapornate gline. Plast moremo uvrstiti v člene »F+G« vrhnjega (pleistocenskega) dela krovline premogovih plasti Šaleške kotline (Brezigar et al., 1983, Brezigar et al., 1985/86). Na prosti površini nekaj hektarjev prekriva glino le do 3,2 m debela odeja prodno-peščenega aluvija. Za orientacijske preiskave kakovosti in uporabnosti te potencialne keramične surovine so nam iz vrtine AP-18/82 odstopili 9 zveznih vzorcev posamezne teže 1 do 1,5 kg iz naslednjih globlin:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. AP-18 (2–4 m) | 6. AP-18 (12–14 m) |
| 2. AP-18 (4–6 m) | 7. AP-18 (14–16 m) |
| 3. AP-18 (6–8 m) | 8. AP-18 (16–18 m) |
| 4. AP-18 (8–10 m) | 9. AP-18 (18–20 m) |
| 5. AP-18 (10–12 m) | |

Na prosto oko kaže vzorčni material zelo enakomerno in homogeno, zelenkasto sivo mastno, nekoliko meljno in rahlo laporasto glino, ki bi mogla biti keramično-tehnološko uporabna in je zaradi velike debeline plasti blizu površine zanimiva surovina tudi za eksploatacijo. Zato smo na dostavljenih devetih vzorcih postopno opravili orientacijske sedimentološke preiskave in osnovne keramične teste gline.

Najprej smo na manjšem delu vzorcev opravili keramične orientacijske žgalne teste v industrijski tunelski peči opekarne Vrhnika (normalne razmere obratovanja pri $T \approx 950^\circ\text{C}$). Žgalni testi so potrdili, da je glina po osnovnih lastnostih uporabna surovina za proizvodnjo opečnih izdelkov. Glina je v vsej debelini plasti tudi zelo enakomerna, kar je za industrijsko prakso še posebno pomembno. Na vzporednih vzorcih žgalnih testov smo opravili tudi kemične analize vsebnosti karbonatov. Pregled podatkov preiskav kaže tabela 6.

Iz delov gornjih vzorcev smo napravili orientacijski kompozitni vzorec gline iz vrtine AP-18 (2–20 m). Rentgenska analiza vzorca je pokazala naslednjo mineralno sestavo: kremen, sericit (+illit), klorit (in malo kaolinita), kalcit in dolomit ter sledovi pirlita (in sadre?). Z mokro sejnalno analizo kompozitnega vzorca smo ugotovili da vsebuje glina 7,32 ut. % delcev, večjih od 0,063 mm (do $\varnothing$ max. okr. 0,2–0,5 mm) ter 92,68 % fine glinasto-meljne frakcije $\varnothing$ pod 0,063 mm. Frakciji vsebujeta naslednjo količino karbonata (kalcimetrija):

Sejalna frakcija	Skupni karbonat	CO ₂
>0,063 mm	13,3 %	6,1 %
<0,063 mm	11,3 %	5,2 %

Bolj groba frakcija vsebuje več verjetno detritičnega karbonata kot fino zrnata, kar kaže na možnost oplemenitenja rovne gline s plavljenjem. Za glinasto-meljno frakcijo gline <0,063 mm znaša ugotovljeni indeks plastičnosti po Pfefferkornovi metodi: 38,7 % vlage pri $a = 3,3$ in 36,7 % vlage pri $a = 2,6$.

Glina kaže relativno visoko plastičnost v dokaj širokem intervalu (2 %) vlažnosti.

Gornje orientacijske preiskave gline iz vrtine AP-18/82 so pokazale ugodne osnovne keramične lastnosti. Zato smo preostali del navedenih devetih vzorcev gline predali za še podrobnejše preiskave v laboratorij Keramike Gorenje, ki je pokazala velik interes za to doslej še nepoznano potencialno ekonomsko pomembno glinišče v bližnjem Pesju pri Titovem Velenju.

Tabela 6. Rezultati žgalnih testov ter kemičnih analiz karbonatov gline iz vrtine AP-18/82 pri Pesju
Tabelle 6. Resultate von Brenntesten und chemischen Karbonatanalysen des Tones aus der Bohrung AP-18/82 bei Pesje

Vzorec-Probe (Tiefe)	Žaroizguba Glühverlust (%)	Lastnosti po žganju - Brenneigenschaften		Količina karbonatov - Karbonatgehalt						
				Kompleksometrija - Komplexometrie					Kalcimetrija - Calzimetrie	
		Barva - Farbe po - nach C. E. C.	Vpijanje vode Wasseraufnahme (%)	CaO (%)	MgO (%)	Dolomit (%)	Kalcit Calzit (%)	Karbonat skupni gesamt (%)	Karbonat skupni gesamt (%)	CaO ₂ (%)
2 - 4 m	10,21	H-5	21,58	3,0	1,3	6,1	2,1	8,2	7,8	3,63
4 - 6 m	12,46	H-5	29,12	5,1	1,7	7,7	4,9	12,6	12,9	5,99
6 - 8 m	11,02	F/E-8/9	27,05	6,9	1,6	7,5	8,3	15,8	16,8	7,77
8 - 10 m	13,28	H-6	39,85	6,1	1,6	7,5	6,8	14,3	16,5	7,64
10 - 12 m	12,77	H-5	43,90	4,4	1,4	6,4	4,3	10,7	11,4	5,26
12 - 14 m	10,86	H-6	44,38	4,0	1,5	6,8	3,5	10,3	11,0	5,08
14 - 16 m	11,15	H-6	38,60	3,2	1,7	7,9	1,4	9,3	10,2	4,73
16 - 18 m	11,27	G-6	36,29	3,6	1,3	6,1	3,1	9,2	10,3	4,75
18 - 20 m	12,77	H-7	43,48	3,8	1,4	6,3	3,4	9,7	11,0	5,08

Opomba: Podatki za vpijanje vode niso medsebojno popolnoma primerljivi (ostroroba nepravilna telesca)

Bemerkung: Die Daten des Wasseraufnahmevermögens sind zwischen den Proben nicht ganz vergleichbar (scharfkantige ungleichförmige Brennkörper)

Tabela 7. Podatki o razmuljevanju in analizah karbonata vzorcev gline iz vrtine AP-18/82 Pesje in glinokopa Hom

Tabelle 7. Daten über die Aufschlammung und Karbonat-Analysen von Tonproben aus der Bohrung AP-18/82 Pesje und der Tongrube Hom (Keramika Gorenje)

Vzorec Probe	Potrební dodatek - notwendiger Zusatz von vode - Wasser (%)	fosfata - Phosphat (%)	CaCO ₃ (%) ³	Opazanja Bemerkungen
1 :	51,3	0,4	9,2	nima vonja po žveplu ohne Schwefelgeruch
2 :	53,7	0,5	8,2	vonj po žveplu Schwefelgeruch
3 :	55,7	n. d.	6,2	vonj po žveplu Schwefelgeruch
4 :	n. d.	n. d.	7,8	
5 (Hom)	40,0	0,3	n. d.	

Za preiskave smo vzorce gline iz vrtine AP-18/82 združili v tri delne in v en skupni kompozitni vzorec z naslednjimi oznakami:

1. AP-18/82 (2,0–8,0 m)
2. AP-18/82 (8,0–14,0 m)
3. AP-18/82 (14,0–20,0 m)
4. AP-18/82 (2,0–20,0 m)
5. glina Hom (siva : rjava = 6:1), ki jo uporabljajo v redni proizvodnji (primerjalni vzorec).

Preiskave vzorcev so opravili po standardnem primerljivem postopku.

Priprava vzorcev z razmuljenjem je dala podatke, ki so prikazani na tabeli 7.

Iz vseh petih kompozitnih vzorcev so s stiskanjem oblikovali po 13 surovih preizkusnih telesc z velikostjo pod 0,2 mm plavljene in homogenizirane gline. Od vsakega kompozitnega vzorca po 3–4 telesa so po sušenju žgali na treh različnih temperaturah v laboratorijskih pečeh (960 °C, 1000 °C in 1040 °C) ter v industrijski »biskvitni peči« (»B. P.«). Pregled rezultatov izvršenih keramičnih preiskav kaže tabela 8.

Preiskave so pokazale, da glina iz vrtine AP-18/82 pri Pesju ni uporabna v zahtevni tehnologiji proizvodnje keramičnih ploščic v tovarni keramike Gorenje. Za to negativno oceno uporabnosti je odločilna predvsem prisotnost elementarnega (?) žvepla.

Naknadne kemične analize (laboratorij REK EK Zasavski premogovniki Trbovlje z dne 8. 12. 1983) so pokazale, da vsebuje vzorec gline Pesje AP-18/82 (2,0–20,0 m) naslednje količine žvepla: S – sulfatno = 0,220 %, S – organsko = 0,042 % in S – piritno = 1,210 %.

Vse druge (zelo enakomerne) posebnosti surovine (večja potreba vode in fosfata, vsebnost karbonatov) bi bilo najbrž mogoče tehnološko uspešno obvladati. Glina pri Pesju bi bila verjetno uporabna za manj zahtevne opečne izdelke, kakršne so pred desetletji že proizvajali na tem območju. Zaradi visoke plastičnosti bi to glino zelo verjetno lahko uporabljali tudi za nabijalne mase pri miniranjih v RL Velenje.

Tabela 8. Primerjalne keramične preiskave gline iz vrtine AP-18/82 Pesje in glinokopa Hom
Tabelle 8. Vergleichende keramische Untersuchungen des Tones aus der Bohrung AP-18/82 Pesje und der Tongrube Hom

Vzorec Probe	Vlaga oblikovanja Feuchte d. Form- gebung (%)	Skrček po sušenju Trocken- schwindung (%)	Lastnosti po žganju (temperature v °C)* - Eigenschaften nach dem Brennen (Temperaturen in °C)*											
			Skrček - Schwindung (%)				Žaroizguba - Glühverlust (%)				Vpijanje vode - Wasseraufnahme (%)			
			960	1000	1040	B.P.	960	1000	1040	B.P.	960	1000	1040	B.P.
1	7,9	0,60	1,51	1,71	2,49	3,20	12,7	12,7	13,2	13,0	33,9	33,7	33,7	35,1
	8,6	0,77	1,57	1,74	3,77	3,26	13,2	13,0	13,5	13,5	35,0	34,5	33,8	35,5
2	9,5	0,44	2,37	3,08	4,11	4,85	12,3	12,2	12,8	13,1	40,8	41,2	37,4	40,6
	10,5	0,64		4,62	5,53	5,02	12,5	12,5	13,3	13,3	43,5	42,1	40,6	40,9
3	15,2	0,58	3,25	4,71	6,22	7,20	11,3	11,6	12,1	11,9	37,6	34,6	30,3	31,8
	16,2	0,77		5,29	8,03	7,37	12,1	11,9	12,2	12,2	39,4	35,4	33,0	33,3
4	12,3	0,78	2,06	3,06	4,20	4,47	12,0	12,1	12,6	12,6	40,8	37,1	35,5	37,5
	13,4	0,89	3,40	4,18	5,04	4,65	13,1	12,5	12,8	13,1	42,2	38,6	37,2	38,8
5	9,1	0,71	1,95	3,61	6,25	5,33	5,8	6,1	6,1	5,9	17,9	15,8	10,6	13,0
	9,5	0,84	2,28		6,65	5,50	6,0	6,3	6,7	6,3	18,8	16,9	11,5	13,9

Opomba*): Vzorce so preiskali v tovarni Keramika Gorenje in jih žgali pri treh različnih temperaturah v laboratorijski peči, eno serijo pa tudi v industrijski "biskvitni" peči (B.P.)

Bemerkung*): Die Proben wurden in der Fabrik Keramika Gorenje untersucht und bei drei verschiedenen Temperaturen in einem Laborofen, eine Serie aber auch in dem "Bisquit"-Industrieofen (B.P.) gebrannt

Nichtmetallische Mineralrohstoffe im Gebiet des Šalek-Beckens

Zusammenfassung

Über die nichtmetallischen Mineralrohstoffe (= »Steine und Erden«) des Gebietes ist folgendes dargestellt:

- die Daten für die grösseren Objekte zur Gewinnung und Verarbeitung der Rohstoffe,
- der regionale Umfang der nach einer vorläufigen Bewertung als »Nichtmetalle« perspektiven Gesteine – und
- die Ergebnisse von neueren Untersuchungen der keramisch interessanten Tone aus den kohlenführenden Schichten des Šalek-Beckens.

Die Raumlage der abgehandelten Gesteine und der Objekte für deren Nutzung zeigt die Abb. 1 mit Legende. Aus der Kartenskizze sind noch die Bohrungen, in welchen die untersuchten Tone festgestellt wurden, ersichtlich.

Die »Steine und Erden« – Rohstoffe werden im Gebiet der Šalek-Beckens nur in drei grösseren Steinbrüchen abgebaut und in drei Betrieben industriell verarbeitet.

Dolomit für Baustoff-Granulate wird auf zwei Lokalitäten im Tal des Paka-Flusses gewonnen. Im Steinbruch »Paka« wird ein tektonisch stark zerbrochener, sehr reiner kalkiger Dolomit der Mitteltrias abgebaut.

Ein unreiner, stark tektonisch zerbrochener Dolomit der Untertrias wird bei Selo gewonnen und zu Betonsteinen und fertigem Beton verarbeitet.

Ein Teil der Elektrofilter-Asche von der Lignit-Verbrennung in dem Elektrizitätswerk Šoštanj wird im Werk Družmirje zu EF-Bauelementen und – Baustoffen verarbeitet.

Bei Gorenje wird ein oligozäner (Oligo-Miozän?) Andesit-Tuff abgebaut und an die näher liegenden Zementwerke als Puzzolan-Zusatz geliefert.

Seit 1974 steht in Gorenje ein modernes keramisches Werk, in welchem keramische Fliesen hergestellt werden. Etwa 20 km von der Fabrik in Hom bei Radmirje (ausserhalb des Betrachtungsgebietes) wird als Rohstoff dafür ein Ziegelton gewonnen.

Eine vorläufige Auswertung der bestehenden allgemeinen regional-geologischen Daten für das Gebiet des Šalek-Beckens wurde durchgeführt – nur nach einem Grundmasstab für die Bewertung der »Steine und Erden«-Vorkommen: lithologisch – mineralische Zusammensetzung und deren Variabilität, »Rahmen-Qualität« und die wahrscheinlich mögliche technologische Verwendbarkeit. Das Ergebnis der selektiven Auswertung ist die kartografische Darstellung aller als »Nichtmetalle« perspektiven Gesteine in dem Betrachtungsraum – siehe Abb. 1.

Die grössten Massen und die meist perspektiven »Nichtmetall«-Gesteine des Gebietes stellen die Karbonat-Gesteine vor. Die bedeutendsten darunter – die reinen Kalksteine – sind in dem Gebiet am wenigsten vertreten. Eine grosse Masse eines (Ober-Trias-) Kalksteines ist südlich von Zgornji Dolič bekannt. In dem stillgelegten Steinbruch »Pečovnik« wurde ein ziemlich reiner Kalk für die Ca-Karbid-Produktion im Chemiewerk TD Ruše gewonnen. Potentiell interessant sind die kleineren Kalk-Massen des (oberpermischen) Kalksteins im Zug von Selo bis Topolšica. Wahrscheinlich sehr rein ist der (Miozän-) Kalkstein am Ostrand der Stadt T. Velenje, aber ist deshalb wahrscheinlich nicht gewinnbar.

Nach der technologischen Qualität zuwenig bekannt und in der Perspektivität fraglich sind die auf der Karte gemeinsam dargestellten Massen mit Abwechslungen von Kalk und Dolomit (Oberperm W von Šoštanj und Trias N und E von T. Velenje).

Unter den Karbonatgesteinen des Gebietes überwiegen verschiedene Dolomite der Trias. Die grössten und nach der günstigen Lage perspektiven Dolomit-Massen (der mittleren und oberen Trias) sind westlich und östlich von der Eisenbahn Šoštanj-Gorenje bekannt. Wegen der stillgelegten Bahnstrecke von T. Velenje-Slovenj Gradec haben die grossen Dolomit-Massen (der unteren und mittleren Trias) östlich von Paka und Sela, sowie des (obertriadischen) Dolomits bei Zgornji Dolič nur eine geringere Bedeutung.

Eine grössere »nichtmetallische« Perspektive haben noch die (oligomiozänen) Andesit-Tuffe östlich und westlich von der Eisenbahn Šoštanj-Gorenje.

Die vorläufige Bewertung der übrigen als »perspektiv« eingestuften Gesteine des Gebietes ist wegen der mangelhaften Daten unsicher und ist nur für die weiteren Untersuchungen orientierend. Die Quarzkonglomerate und – Sandsteine (des Oberkarbons) bei Paka, sowie weiter östlich und westlich, könnten für die chemische Industrie (Ferrosilizium und Ferrochrom) von Bedeutung sein. Die Vorkommen diverser Magma-Gesteine unterschiedlichen Alters in dem Gebiet (Diabas, Granit, Tonalit, Andesit, Dacit und Keratophyr) als eine hoffige Rohstoffsbasis für die mögliche Gewinnung von Naturstein, harten Baustoffen und für die Petrurgie sind näher zu überprüfen.

Orientierende Labor-Untersuchungen der Zusammensetzung und der keramischen Qualität von Tonen wurden durchgeführt, welche innerhalb der kohlenführenden plioquartären Schichten des Šalek-Beckens vorkommen.

Bis zu 12,7 m mächtige, helle bis weisse, residual-terrestische »Liegend-Tone« des Vor-Plioziäns wurden mit einigen Lignit-Erkundungsbohrungen nördlich von Šoštanj-Pesje, in der Basis des »Plio-Quartärs«, auf einer karbonatischen Trias-Grundlage festgestellt. Der weisse »Liegend-Ton« enthält über 80 % von feinkörnigen ($< 63 \mu\text{m}$) Anteilen und besteht hauptsächlich aus Mineralen Quarz, Kaolinit, Illit/Muskovit, Plagioklas und Feldspat, mit etwas Talk(?) und Siderit, im basalen Teil auch mit farbigen Fe-Beimengungen. Nach der orientierend festgestellten hellen Brennfarbe könnte dieser Ton wahrscheinlich sogar für die Feinkeramik technologisch interessant sein. Leider ist eine untertägige Gewinnung der Tones aus dem Liegenden der Lignit-Schichten des Šalek-Beckens praktisch unmöglich.

Nördlich von Pesje wurde mit flachen Kernbohrungen (für eine Wasser-Erkundung) ein im Tagebau gewinnbarer, bis zu 20 m mächtiger, vertikal sehr gleichmässiger Ziegelton im höchsten Hangenden (Pleistozän) der Lignit-führenden Schichten zufällig festgestellt. Der schwach karbonatische Ton wurde auf die Zusammensetzung und die keramisch-technologische Verwendungs-möglichkeit – auch in dem nahe liegenden Keramik-Werk von Gorenje – schrittweise untersucht. Nach den Grundeigenschaften könnte der Ziegelton für die Fliesen-Produktion eingesetzt werden. Der Ton enthält leider zuviel Schwefel-Verbindungen und kann deshalb dafür nicht verwendet werden. Der potentielle Rohstoff könnte aber als Ziegelton oder als Stampfmasse für Sprenglöcher in dem Lignit-Bergwerk Velenje eine Verwendung finden.

Literatura

- Brezigar, A. 1983, Premogova plast rudnika lignita Velenje. *Geološki zbornik* 3, 10–11, Ljubljana.
- Brezigar, A., Mioč, P., Rijavec, J. & Ogorelec, B. 1983, Geološka zgradba predpliocenske podlage velenjske udorine in okolice. *Geološki zbornik* 3, 17–20, Ljubljana.
- Brezigar, A., Kosi, G., Vrhovšek, D. & Velkovrh, F. 1985/86, Paleontološke raziskave pliokvartarne skladovnice velenjske udorine. *Geologija* 28/29, 93–119, Ljubljana.
- Mioč, P. & Žnidarčič, M. 1976, Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, list Slovenj Gradec. Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Mioč, P. & Žnidarčič, M. 1978, Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tolmač za list Slovenj Gradec, Zvezni geološki zavod, Beograd.
- Škerlj, J. 1979, Kremenov konglomerat v Paki pri Velenju. *Geologija* 22/2, 337–339, Ljubljana.
- Štern, J. 1983, Nekovinske mineralne surovine Šaleške kotline. *Geološki zbornik* 3, 38–40, Ljubljana.