

GEOLOŠKO KARTIRANJE MED HRASTNIKOM IN LAŠKIM

Martin Munda

Z geološko karto in s 4 slikami

Priredil Štefan Kolenko*

UVOD

V poletnih mesecih 1939 in 1940 sem geološko raziskoval ozemlje med potokom Bobnom pri Hrastniku in Savinjo pri Laškem, na katerem ležita rudniška obrata Hrastnik in Huda jama. Ker je bila moja naloga, dati podlago za rudarska raziskovalna dela, sem podrobno kartiral le terciarno področje. Na predterciarne sklade sem se oziral le toliko, kolikor tvorijo neposredno podlago terciarne formacije.

Pri raziskovanju sem uporabljal razen podatkov, ki sem jih zbral pri kartiranju, tudi rezultate sledilnih, pripravljalnih in odkopnih del ter rezultate globokih vrtanj.

I

LITERATURA IN PREJŠNJE GEOLOŠKE KARTE

Že zgodaj najdemo v strokovni literaturi geološke podatke o tem ozemlju. Terciarni skladi so tu močno razviti in tako bogato razčlenjeni, da so jih imeli za posebno primeren objekt za stratigrafske študije o južnoštajerskem terciaru. Velika rudarska dejavnost na dnevu in v jami je olajšala zbiranje petrografskega in paleontološkega materiala. Največ raziskovanj pa je imelo praktične rudarske cilje v zvezi s sledilnimi deli debelega sloja premoga, katerega izdanki vzdolž severnega roba kadunje so bili znani že dalje časa.

Poleg starejših raziskovanj Th. v. Zollikoferja, D. Stura, R. Höfferja in R. Hoernesa je za poznavanje geoloških razmer v tem predelu važno Bittnerjevo (1884, 433—600) in Petrascheckovo (1926/29, 321—360) delo.

Bittner je raziskoval terciar med Laškim in Zagorjem 1861/82 za Trboveljsko premogokopno družbo. Posebno natančno je obravnaval stratigrafske razmere. Podroben je tudi paleontološki in litološki opis, kratko pa je poglavje o tektoniki.

* Pri priredbi sem upošteval tudi podatke raziskovanj v letih 1950—1951.

Petrascheck navaja v svoji razpravi po krajšem stratigrafskem pregledu mnogo rudarskih in geoloških podatkov iz raznih premogišč. Tekst pojasnjuje karte in profile, ki jih je izdelal na podlagi jamskih kart in profilov. Tektonskim vprašanjem posveča več prostora kot Bittner; obsežna rudarska sledilna in odkopna dela po Bittnerjevem raziskovanju so mu nudila mnogo novih podatkov.

Od ostalih geoloških del na tem ozemlju je treba posebej omeniti Tellerjevo geološko kartiranje lista Celje—Radeče v letih 1894—1898. Za odsek med Zagorjem in Laškim mu je služilo Bittnerjevo delo, ki do takrat ni bilo objavljeno. Ker je Teller kartiral v manjšem merilu, je združil nekatere člene skladov, ki jih je Bittner posebej izločil. Sicer ni med obema kartama pomembnejših razlik.

Teller k listu Celje—Radeče ni napisal pojasnil. Za ožje področje Laškega zaliva nam lahko služi kot pojasnilo omenjena Bittnerjeva razprava. Za ostale dele lista pa najdemo nekaj podatkov med pojasnili k sosednjim listom geološke karte, posebno k listu Mozirje.

Moja detajlna geološka karta v merilu 1:10.000 se ponekod pomembno razlikuje od Tellerjeve. Na severnem robu kadunje, kjer imamo izdanke premogovnih plasti in kjer je bilo izvršenih tudi največ sledilnih del, sta obe karti enaki. Razlike, ki jih tu najdemo, so nastale samo zaradi različnega merila kart.

Južno krilo terciarne kadunje je bilo doslej manj natančno preiskano, kar je treba pripisati okolnosti, da tu niso bili znani izdanki premoga in da zato tudi ni bilo sledilnih del. Pri mojem snemanju so se pokazale tu pomembne razlike, zlasti glede meje med litavskim apnencem in njegovo triadno podlago. Ta poprava meje je posebno važna za sedanje rudarsko raziskovanje južnega krila.

II

STRATIGRAFSKI IN TOPOGRAFSKI DEL

1. Karbon

Najstarejša formacija na raziskanem ozemlju je karbonska.

Litološko so to tankoplastoviti črni glinasti skrilavci, ki so prepereli rjavi, rumenkasti ali celo belkasti. Na ploskvah plasti so porazdeljene drobne luske sljude. Med skrilavci so vložki sivih kremenovih peščenjakov, ki so često debelo ali tankoplastoviti. Značilna zanje je primes sljude. Redko prehajajo peščenjaki polagoma v drobnozrnat kremenov konglomerat, v katerem so vložki črnih glinastih skrilavcev. Bolj debelo-zrnat konglomerati tu niso razviti.

Karbonski skladi nastopajo predvsem v pasu talnega gorstva, ki omejuje kadunjo na severu.

Ob južnem robu kadunje je karbonskih skrilavcev in peščenjakov manj. Pri Hrastniku so odkriti ob Bobnu od izliva potoka Brnice v Boben

do izliva Bobna v Savo. Omejujejo pa se tu le na dno doline in na nižje dele obeh pobočij, više jih pokrivata spodnja in srednja triada. Pri izlivu Brnice leži ob Dolski cesti neposredno nad njimi litavski apnenec, ki se začneja z bazalnimi konglomerati in vsebuje mnogo proda iz svoje karbonske podlage.

Slični črni glinasti skrilavci in peščenjaki nastopajo v strmi grapi, ki se razteza od juga proti severu vzhodno od Kovka (k. 658). Tudi tu jih neposredno pokriva litavski apnenec. Stratigrafsko jih je težko uvrstiti. Možno je, da so karbonski. Vendar domnevam na podlagi sličnih plasti vzhodno od tu pri Jesenovcu, da so to psevdofiljski skladi iz ladinske stopnje srednje triade.

Karbon je razvit še pri Ogečah, nedaleč od Rimskih Toplic.

Ker iz tukajšnjih karbonskih skladov doslej ne poznamo fosilov, jih ne morem natančneje horizontirati. Na podlagi petrografske primerjave z ustreznimi skladi na drugih mestih v Južnih Alpah jih je verjetno treba prištevati skladom zgornjega karbona.

Karbonski pas, ki spremlja terciarno kadunjo na severu, je del trojanske antiklinale; karbonske plasti ob spodnjem toku Bobna in pri Rimskih Toplicah pa pripadajo že severnemu robu litijske antiklinale.

2. Perm

Permske kamenine so razvite samo na nekaterih mestih vzdolž severnega karbonskega pasu.

Večinoma so to rdeči kremenčevi peščenjaki s prehodi v drobnorzrnate konglomerate. Poleg teh nastopajo v istem horizontu še rdeči glinasti skrilavci.

Pod vasjo Ravne najdemo v dolini Bobna belkaste kremenčeve peščenjake in rdeče glinaste skrilavce ter v manjšem obsegu breče in kremenčeve konglomerate. V brečah so često odlomki rdečih glinastih skrilavcev. Slične kamenine najdemo tudi na vzhodnem robu vasi in v potoku, ki priteka od Raven v Boben.

Na strmem severnem pobočju Ostrega vrha (k. 864) in Govškega hriba (k. 812) so na meji triadnih kamenin s karbonskimi skrilavci tu in tam odkriti rdeči skrilavci in peščenjaki. Te golice pa ne zadostujejo, da bi mogel izločiti neprekinjen pas perma, kot je storil Teller na svoji karti.

Vzhodno od dvorca Jelšek najdemo rdeče in zelene skrilavce, ki se potem nadaljujejo z nekaterimi prekinitvami do Savinje. Te kamenine so dobro odkrite v zaseki rudniške dovlačilnice na dolžino 50 m, počenši od severnega vhoda v tunel (pri Laškem).

Permski skladi tukajšnjega ozemlja spadajo verjetno v horizont grödenskega peščenjaka in konglomerata. Morski belerofonski apnenec, ki v južnih Alpah navadno sledi nad grödenom, v Posavskih gubah ni razvit. Kjer pa ta apnenec manjka, je grödenske sklade brez paleontoloških znakov težko ločiti od litološko zelo sličnih werfenskih skladov.

3. Triada

a) Spodnja triada — Skitska stopnja — Werfen

V spodnjih delih werfena nastopajo predvsem rdeči, v manjšem obsegu pa tudi zeleni ter črni glinasti skrilavci in peščenjaki. Za te kamene je značilna stalna primes sljudnih luskic.

V zgornjih delih te stopnje prevladujejo rdečkasti in rumenkasti ploščasti, često nekoliko lapornati apnenci. Vsaj v posameznih kosih jih opazujemo skoraj povsod na meji z zgoraj ležečimi apnenci in dolomiti. Ker pa imamo med werfenskimi apnenci vložke rdečih glinastih skrilavcev in peščenjakov, te stopnje ne moremo razdeliti brez paleontološke podlage.

Werfenski skrilavci in peščenjaki zavzemajo večjo površino kot permski. Dobro so odkriti ob Bobnu in na vzhodnem robu Raven ob severni meji terciarne kadunje.

Od Kala (severno od Dola) jih zasledujemo v mnogih golicah na severnem pobočju Ostrega vrha do sedla »Kal« (k. 561), kjer segajo celo nekoliko na južno stran grebena. Na Govškem hribu jih pokriva melišče, ki sega prav na karbon. Werfenske sklade najdemo zopet v dolini, ki vodi od Zagoriška mimo Hude jame proti jašku Liša in vasi Govce. Dalje proti vzhodu teh plasti ni na površini; mogoče bi jim morali prišteti del rdečih in zelenih skrilavcev, ki sem jih med Jelškom in Savinjo izločil kot perm.

Na južnem robu terciarne kadunje najdemo werfenske sklade v spodnjem toku Bobna neposredno nad karbonom. V večjem obsegu jih opazujemo na pobočjih na levem bregu Save, kjer na njih stojita vasi Krnice in Šavna peč. Ponekod segajo precej daleč navzgor po pobočju, tako na primer ob poti iz vasi Kovk proti Krnicam (pri kapelici sv. Jurija). Velik del werfenskih skladov pri Šavni peči je pokrit z melišči.

b) Srednja triada

Srednja triada tvori skoraj povsod neposredno podlago terciaru. Na severu sta razviti anizična in ladinska stopnja, na jugu pa je predvsem zastopana anizična stopnja, ladinske je znatno manj.

Anizična stopnja

Werfenskim ploščastim apnencem slede navadno temnosivi apnenci. Najčešče pravih golic teh apnencev sploh ni; samo posamezni kosi temnih apnencev med dolomitnim gruščem nakazujejo ta oddelek.

Konkordantno na apnencih leži v mogočnih skladih svetlosivi dolomit, ki je zelo zdrobljen, često pa zopet zlepljen v rahlejšo milonitsko kamenino.

Na severnem robu terciarnega ozemlja tvorijo te kamene glavni greben z višinskimi točkami Kal (k. 956), Ostri vrh (k. 864), Govški hrib (k. 812). Vzhodno od Hude jame zavzemajo manjšo površino. Okrog 200 m SSV od vhoda v rov Barbara je v rudniškem kamnolomu dolomitna golica, ki loči ladinski skrilavec od karbonskih skladov, 0,5 km vzhodno se prične ozek pas dolomita, ki se nadaljuje do meje raziskanega ozemlja

ob Savinji. Ta pas ne tvori več gorskega grebena, ampak poteka na severnem pobočju.

V dolini Rečice sem našel dolomit na dveh mestih, pri cerkvi v Zgor. Rečici in nekoliko zahodno od Hude jame. Kamenina je zelo zdrobljena, tako da pridobivajo samo dolomitni pesek za posipanje cest. Nehote se tu vsiljuje slika velikega plazu, manj verjetno je, da bi bila ta dva dolomitna otoka avtohtona. Dolomit leži na obeh mestih neposredno na karbonu, pri Zgor. Rečici je na vzhodu obrobljen z ozkim pasom rdečega skrilavca (werfen?).

Na jugu je površina apnencev in dolomitov pomembno večja. Čeprav se je pri kartiranju izkazalo, da sega litavski apnenec tu precej dalje proti jugu, kot je označeno na Tellerjevi karti, ostane še vedno veliko ozemlja anizičnim plastem. Ves pas od Kovka (k. 658) preko Šavne peči, Sv. Jurija do Kopitnika (k. 914) tvorijo srednjetriadni dolomiti; ponekod nastopajo v tem nivoju tudi svetlosivi apnenci. Temni apnenci na bazi dolomita so znani v dolini Save med Krnicami in Šavno pečjo. Golice teh apnencev najdemo še v spodnjem toku Bobna in na vzhodnih pobočjih Kopitnika. Manjši dolomitni otok prodira skupno s psevdosiljskimi skladi iznad litavskega apnenca pri Jesenovcu. Dolomit sega proti severu v Čretsko dolino, dočim je v Tellerjevi geološki specialki tu vrisan litavski apnenec.

Ob spodnjem toku Breznice se dviga sredi terciarne površine hrib Novajek ali Kozica (k. 520), zgrajen iz triadnih apnencev in dolomitov. Dolomit je enak kot v doslej opisanih nahajališčih. Spodnji apneni horizonti so razviti nekoliko drugače. V Brezniški soteski vidimo v mnogih golicah plasti dimasto sivih apnencev debeline 5—50 cm s tanjšimi vložki rjavkastega tufskega materiala. Apnenci so često močno dolomitizirani.

Stratigrafski položaj teh apnencev in dolomitov je težko določiti, ker so paleontološki podatki zelo skopi. Bittner je sicer v temnih apnencih na bazi dolomita v okolici Zagorja našel nekaj fosilov, značilnih za buchensteinske plasti. Kljub tej najdbi se ni mogel odločiti, da bi uvrstil te sklade v ladinsko stopnjo.

Teller je temni apnenec označil kot školjkoviti apnenec v smislu alpskega školjkovitega apnenca anizične stopnje. Nad njim ležečih plasti ni natančneje opredelil in jih je imenoval svetle apnence in dolomite srednje triade. Zdi se mi, da stalna zveza temnih apnencev s ploščastimi apnenci v zgornjih delih werfena dovolj utemeljuje njihovo uvrstitev v anizično stopnjo. Isti stopnji pripada tudi dolomit, vsaj njegov večji del; zavzema torej položaj mendolskega dolomita. Možno pa je, da sega dolomit s svojimi zgornjimi deli v ladinsko stopnjo.

Ladinska stopnja

V to stopnjo prištevam glinaste skrilavce in peščenjake v krovni mendolskega dolomita.

Te kamenine so slične sedimentom zgornjega karbona, ki so jih prej imenovali ziljske sklade. Zato je tudi zanje običajna oznaka »psevdosiljski skladi«. Bittner je pravilno spoznal njihovo lego nad srednje-

triadnimi dolomiti in že takrat domneval, da zastopajo ladinske wengenske plasti. Teller jih imenuje v svoji karti Celje—Radeče »skrilavci in peščenjaki paleozojskega habita v krovni školkovitega apnenca«. Z nekaterimi vodilnimi fosili (*Daonella lommeli* Wissm., *Trachyceras jullium* Mojs.), ki so jih našli v celjski okolici, je potrdil Bittnerjevo domnevo o wengenski starosti teh skladov.

Na ozemlju med Hrastnikom in Laškim ločimo psevdofiljske sklade od karbonskih razen po stratigrafski legi še po dveh znakih. V psevdofiljskih skrilavcih in peščenjakih so vložki temnosivega ploščatega apnenca, ki je gosto prepleten s tankimi belimi kalcitnimi žilami. V karbonu tega ozemlja mi slični apneneci niso znani. Drugi znak je zveza psevdofiljskih skladov z magmatskimi kameninami.

K litološkemu razvoju ladinske stopnje naj pripomnim, da najdemo v njej razmeroma manj tufov kot na drugih mestih v južnih Alpah. V ekvivalentnih plasteh na robu senovske terciarne kadunje so zelo razširjeni zelenkasti tufski skrilavci in peščenjaki, ki vsebujejo številne konkordantne pole temnega ploščatega apnenca. Tudi v sosednji severni sinklinali sem v okolici Motnika našel zelene tufske skrilavce kot vložke v glinastih skrilavcih in peščenjakih s polami ploščatega apnenca.

Psevdofiljski skrilavci in peščenjaki tvorijo na severnem robu terciarne kadunje ozek neprekinjen pas in so neposredna podlaga zgornjega oligocena. Samo v vzhodnem delu, približno od jaška Liša, se uvrstijo vmes eruptiva in ponekod tudi litavski apnenec, ki pa je prišel v to lego zaradi tektonskih premikanj.

Skoraj povsod leže psevdofiljski skladi na triadnih dolomitih, samo na majhni razdalji v okolici Hude jame mejijo neposredno na karbon. Toda tudi tu se je ohranil majhen ostanek dolomita (v kamnolomu pri rovu Barbara), ki deli obe formaciji.

Severni psevdofiljski pas je že dolgo znan. Za južno krilo pa so domnevali, da te plasti niso razvite. Vendar so jih dognali s preiskovalnim rovom v Peklu pri Dolu (v letih 1938—1939); prav tako sem jih našel na več mestih na površini.

Ustje rova v Peklu je v litavskem apnencu, v katerem je tudi potekalo prvih 185 m. Potem je sledilo 80 m dolomita, nakar je rov prišel v psevdofiljske sklade, ki so tu večinoma razviti kot črni glinasti skrilavci; prav malo so našli sljudnatih peščenjakov. Zelo razširjene so žile belega, močno zdrobljenega kalcita; kremenove žile so redke. V psevdofiljskih plasteh je potekal rov 188,3 m, potem je prišel zopet v litavski apnenec.

V ustreznem redu najdemo anizične in ladinske plasti iz rova tudi na površini nad rovom v zaprti dolini, severno od naselja Jesenovec (k. 495). Na Tellerjevi geološki karti je na tem mestu samo litavski apnenec. Dolina ima obliko ovalnega kotla, katerega glavna os ima smer sever 30°—35° zahod; dolga je 400—500 m in široka 150—200 m. Najnižja točka doline leži med izohipsama 490 in 500. Na severozahodnem robu dolinskega kotla stoji kapelica na litavskem apnencu. Ob kolovozu, ki vodi od tu proti hišam v Jesenovcu, imamo spočetka do približno 100 m še litavske apnenice. Sledijo svetlosivi triadni apneneci, ki segajo

proti severu okrog roba kotline. Na skrajni južnovzhodni konici apnenca je ob kolovozu majhen kamnolom. Približno 20 m vzhodneje je vodnjak, ob katerem je videti temnosive glinaste skrilavce, ki sem jih po njihovi legi nad srednjetriadnim apnencem in po litološkem videzu vnesel v karto kot psevdoziljske sklade. Kolovoz pride kmalu potem zopet v litavski apnenec. Na poljih tik pod potjo najdemo še kose skrilavca, nisem pa našel tu sivih ploščastih apnencev, ki so sicer za psevdoziljsko površino tako značilni. Proti jugovzhodu segajo skrilavci najmanj do vodnjaka, ki je od dvorca oddaljen približno 100 m. Južnozahodne meje skrilavca nisem mogel določiti, ker manjkajo izdanki.

Iz opisanih razmer je razvidno, da tvorijo triadni skladi tu otok sredi litavskega apnenca. Morfološko spominja dolinski kotel na kraško kotlino; ker pa tu nastopajo glinasti skrilavci, je malo verjetno, da bi bila dolina res kraška. Kotel je nastal kot posledica tektonskih motenj, kar pojasnjuje posebno okolnost, da je njegova podolžna os v podaljšku doline Dolskega potoka, ki poteka vzdolž prečne prelomnice.

Psevdoziljske plasti nastopajo še na dveh mestih med Jesenovcem in Kovkom. Prvo leži 200—250 m severozahodno od kapelice v Jesenovcu ob novi cesti proti Dolu. Približno 5 m dolga golica črnih glinastih skrilavcev je krog in krog obdana z litavskim apnencem. Nekoliko dalje navzdol najdemo v litavskem apnencu mnogo skrilavih prodnikov in drobcev; to opravičuje domnevo, da bi tu pod tanko odejo litavskega apnenca tudi zadeli na iste skrilavce.

Drugo najdišče psevdoziljskih kamenin, ki sem ga omenil že pri opisu karbona, leži v strmem jarku severovzhodno od vasi Kovk. Ob kolovozu od novega vodnjaka proti kovškim hišam vidimo trde, često debelozrnate peščenjake, ki jih spremljajo glinasti skrilavci. Več golic je v jarku pod vodnjakom, kjer skrilavci segajo do meje s sarmatom. Na zahodu jih omejujejo apnenci in dolomiti hriba Kovka. Na vzhodu leže nad skrilavci konglomeratski litavski apnenci, ki zopet vsebujejo mnogo skrilavih prodnikov. Verjetno so skrilavci in peščenjaki na obeh mestih v zvezi s psevdoziljskimi plastmi pri Jesenovcu; zato jih štejemo v ladinsko stopnjo.

S psevdoziljskimi skrilavci in peščenjaki se končajo med Hrastnikom in Laškim triadni skladi. Zahodno od Trbovelj je izločil Teller nad srednjo triado še dachsteinske apnence; na ozemlju med Hrastnikom in Laškim teh nisem mogel najti. Ravno tako ni tukaj jurskih niti krednih usedlin.

Magmatske kamenine

Magmatske kamenine so v glavnem omejene na ozek pas ob severnem robu terciarne kadunje. Glavni pas se začne vzhodno od vasi Govce, se razteza do Laškega in tvori neposredno podlago terciaru. V podaljšku tega pasu zahodno od Govc najdemo le majhne leče eruptiv. Najzahodnejša, ki je tudi največja, nastopa v dolini Dolskega potoka. Izven tega pasu sem našel edini otok magmatskih kamenin na Kalu (k. 561), na majhnem sedlu med Ostrim vrhom in Govškim hribom.

Teller je v svojo geološko karto vnesel samo glavni pas in eruptivni otok ob Dolskem potoku.

Kamenina je deloma zelena, deloma rdeča. Rdeče obarvanje je le redko primarno, v mnogih kosih je nastalo šele pri preperevanju. Trdna kamenina se lomi neravno ali školjkovito; navadno pa je bila tektonsko tako prizadeta, da pri udarcu s kladivom razpade na mnogo ostrorobih koščkov, ki so omejeni z ravnimi ploskvami. Na nekaterih mestih, n. pr. v rovu Barbara v Hudi jami, je opaziti v kamenini krojitev, ki spominja na plastovitost, a je nastala tektonsko. Ponekod pa so te plastovite kamenine pravi tufi.

Natančna petrografska določitev teh kamenin je težka, ker so zaradi sekundarnih procesov zelo spremenjene. Zdi se, da je kamenina iz Dolskega potoka precej sveža. V mikroskopskem preparatu vidimo drobnozrnato osnovo, v kateri so porazdeljeni vtrošniki glinenca; ti so deloma sericitizirani, deloma kaolinizirani. Kamenina spominja v mikroskopu v marsikakem oziru na keratofire iz Bistriške doline in drugih krajev v južnih Alpah.

Pred leti je prof. V. V. Nikitin petrografsko preiskal vzorec iz Šmihela nad Laškim in ga določil kot kremenov keratofir. Pri nekaterih probah je videti v mikroskopu prehode h kremenovemu porfiru.

Magmatsko kamenino raziskanega ozemlja so v dosednji literaturi zelo različno imenovali. Stur (1871, 596) jo je označil kot »rogovčev trahit«. Bittner je ni natančno opredelil, pač pa je poudaril, da je vezana na psevdofiljske sklade. Teller jo imenuje na svoji karti Celje—Radeče »rogovčev trahit«, Petrascheck (1926/29, 329) pa andezit. V rudniku Huda jama jo imenujejo porfir.

Slične magmatske kamenine so zelo razširjene v Julijskih in Savinjskih Alpah, v njihovem vzhodnem nadaljevanju, kakor tudi v njihovem južnem predgorju. Na listu Železna Kapla—Kokra je Teller izločil velike površine eruptiv kot kremenov porfir; na istem listu pa je vnesel tudi druga eruptiva, ki jih je imenoval andezit in dacit (rogovčev trahit). Slične kamenine najdemo tudi na sosednjem listu Mozirje.

Teller razlikuje v pojasnilih geološke karte Mozirje (1898, 158) dve bistveno različni skupini eruptiv. V prvo skupino šteje kamenine značilnih pokrovov v spodnjemiocenskih skladih, ki jih je Stur imenoval mlajše rogovčeve trahite. Imenuje jih »avgitandezite«; lokalno, posebno v okolici Velenja, nastopajo tudi kisle prodornine, ki jih označuje kot dacite.

Druga skupina obsega Sturove starejše rogovčeve trahite, ki nastopajo v triadi. Največji masiv teh kamenin omenja Teller v Pirešici pri Celju. Deloma so te kamenine felzitske, deloma porfirske, zato so jih včasih opisovali kot rogovčeve trahite, včasih kot kremenove porfire. Prof. V. V. Nikitin je preiskal vzorec kamenine iz Pirešice in ga določil kot tipični kremenov keratofir, torej slično kot kamenino iz Šmihela pri Laškem.

O starosti teh prodornin si Teller ni popolnoma na jasnem. Najbolj verjetno se mu zdi, da so iz terciarne dobe, kot je to skušal prikazati Stur.

Teller jih je najprej izločil kot liparit in jih postavil nasproti kameninam prve skupine — andezitom. Vendar ni mogel povsod izvesti te ločitve in je zato obe skupini zopet združil. Kljub skupni oznaki v karti je te kamenine vedno lahko ločiti, ker nastopajo andeziti v terciarnih spodnjemiocenskih, keratofiri pa v triadnih wengenskih skladih, kar vsaj v glavnem opredeljuje tudi njihovo starost.

Glavni pas keratofira med Govcami in Laškim leži na psevdofiljskih skrilavcih. To dokazujejo preseki na dnevu in v jami. V ozki dolini od Hude jame proti jugu pridemo iz skrilavcev in peščenjakov v pas keratofira, ki je tu širok okrog 180 m. Nato sledi okrog 15 m litavskega apnenca, na katerem leži produktivni zgornji oligocen.

Tudi profili prečnih rovov, ki vodijo od jaška Liša proti jugu, dokazujejo, da leži na psevdofiljskih skladih keratofir.

Glavni rov v polju Kuretno gre skozi naslednje plasti: sivica in govški peski, krovni lapor, premog, talna glina, keratofir, psevdofiljski skrilavec.

Vzdolž nakladališča na železniški postaji Laško je na južnem pobočju nad staro pivovarno govški peščenjak, sredino doline zavzemajo produktivne oligocenske plasti, ki tu leže na litavskem apnencu. V tem litavskem apnencu poteka tunel. Pod litavskim apnencem slede belkasti tankoplastoviti trdi laporji, ki vsebujejo odtise:

Melania cf. escheri Brongt.

Cyrena semistriata Desh.

Favna dokazuje, da so to zgornjeoligocenski lakustralni laporji. Stur (1871, 647) omenja pod laporji na tem mestu sloj premoga; danes ga ni videti, ker je tunel obdan z betonom. Potem sledi na razdaljo okrog 50 m keratofir. Pod keratofirom leže psevdofiljski skrilavci, ki vsebujejo plasti belega, močno silificiranega apnenca. Skrilavci segajo skoraj do južnega vhoda v tunel, ki je že v dolomitu. Dolomit je močno porušen, v tunelu je videti mnogo drsnih ploskev. Blizu severnega vhoda se konča dolomit; nato slede rdeči in zeleni skrilavci ter peščenjaki, ki sem jih izločil kot perm.

Tudi keratofiri v podaljšku glavnega pasu zahodno od Govc so v zvezi s psevdofiljskimi skladi. Keratofir na sedlu Kal izven tega pasu pa leži neposredno nad werfenskimi skrilavci in zavzema tu isti horizont, ki v paralelnih profilih pripada temnim apnencem anizične stopnje. V spodnjem delu leče je razvita kompaktna zelenkasta kamenina z majhnimi belimi vtrošniki, više pa kamenina sliči tufom. Slede svetlosivi anizični dolomiti, ki segajo do vasi Brezno. Keratofir je odkrit samo v golici ob kolovozu; levo in desno ga pokriva dolomitni grušč.

Zdi se, da je keratofir izven ladinske stopnje tu nenavaden. V Savinjskih Alpah pa je večina sličnih eruptiv v sedimentih skitske in anizične stopnje.

Vulkanizem ni v preiskanem ozemlju nikjer povzročil metamorfoze kamenin. Kot edino spremembo lahko opazujemo močno silifikacijo kamenin v neposredni bližini eruptiv, ki pride do izraza posebno pri črnih

ploščastih apnencih. To spremembo pa je treba pojasnjevati prej s povulkanskimi hidrotermalnimi procesi kot z neposrednim vplivom vulkanizma.

4. Terciar

Terciarni skladi se začenjajo z gornjim oligocenom; sledi debela odeja morskega miocena, ki je bogato razčlenjen. Najvišji člen so brakični sarmatski sedimenti. Pliocen doslej tu ni znan.

a) Zgornji oligocen

Produktivni soteški skladi

Premogov sloj deli to formacijo v tri dele:

krovnina

sloj rjavega premoga

talnina

Talnina

Kot v ostalem laškozagorskem premogovnem ozemlju tvorijo tudi tu talnino premogovega sloja gline. V talninskih plasteh so v hrastniški jami odkopi, kjer posebno v zimskem času dobivajo material za zasip. Talnina je v teh odkopih odkrita od podlage, ki jo najčešče tvorijo psevdofilski skrilačci, do premogovega sloja. Kljub velikim golicam pa ne moremo opazovati običajnega zaporedja plasti, niti določiti njihove debeline, ker so zelo porušene.

Na vrhu spodnje zaviralnice zastopa talnino siva, zelo peščena glina s prodnatimi vložki. Prodnički dosežejo do 20 cm v premeru in so slabo zaobljeni. Med njimi prevladujejo magmatske kamenine, ki spominjajo na keratofire. Manj je prodnikov iz psevdofilskih skrilačcev in peščenjakov. Apnenčevih in dolomitnih prodnikov na tem mestu nisem videl. Na zvezni progi h gornji zaviralnici leži talnina neposredno nad psevdofilskimi skrilačci, ki vsebujejo plasti silificiranega apnenca.

Ob zgornji zaviralnici leži nad psevdofilskimi skrilačci siva tankoplastovita glina brez primesi peska, ki komaj reagira s solno kislino. Na 2. etaži je v zaseki svetlosiva mastna glina, pod njo litavski apnenec. Slična glina je tudi v zaseki približno 30 m južno od vitla.

V Trbovljah, Zagorju in drugih krajih, kjer je zaporedje plasti manj porušeno, sledi nad triadno podlago prodnata glina. Prodnički so včasih zlepljeni v konglomerat. V smeri navzgor je prodnikov vedno manj; v višjih delih talnine je svetlosiva glina, ki jo rudarji imenujejo »bela talnina«. Končno sledi glina, ki je zaradi bogatih primesi organskih snovi temno obarvana. Rudarji jo imenujejo »črna talnina«. V njej nastopajo čisto tanjše plasti premoga.

Če primerjamo golice hrastniške talninske gline s tem »normalnim profilom«, moramo postaviti prodnate gline ob progi med spodnjo in zgornjo zaviralnico v najgloblji del talnine. Kjer mastne gline brez prodnikov leže na litavskem apnencu, je vrsta plasti brez dvoma porušena.

Mastne glině so prišle tu na bazo talnine verjetno zaradi iste porušitve, ki je tudi miocenski apnenec spravila pod zgornjeoligocenske sklade.

V južnem delu odkopa je videti pod premogom, ki je bil tu že prej odkopan, črno talninsko glino. Iz tega bi sklepal, da je »normalni profil« hrastniške talninske glině sličen trboveljskemu.

Dalje proti vzhodu je talnina redkokje odkrita. Kjer so talninske plasti razvite, najdemo na površini mnogo peska in proda. V Hudi jami je talnina tanka in prodnata. Tudi tu ni možno podati iz istih vzrokov kot v Hrastniku njenega normalnega profila, niti debeline.

Sloj rjavega premoga

Črna talnina preide polagoma v premogov sloj, ki zaradi tega v spodnjih delih vsebuje jalove vložke. Krovni del sloja je čistejši.

Tanjši, toda precej stalni peščeni ali glinasti vložki razdele hrastniški sloj premoga v več skladov. Razen teh vložkov, ki jih opazujemo v vsem revirju od Laškega do Zagorja, nastopa v hrastniškem sloju ponekod 1—2 m debel jalov vložek rjavkastosivega tankoplastovitega laporja. Na ploskvah plasti so ostanki moluskov. Ta lapor se v jami rad sam vžiga.

Premogov sloj v Hudi jami je tektonsko zelo porušen. Često se odebeli do pomembnih leč, potem se zopet tako izklini, da obstoji komaj sled med talnino in krovmino. Tudi tu poznajo jalove vložke.

Krovnina

Na prehodu premogovega sloja v krovmino je v Hrastniku s pepelom zelo bogat premog (35 %), ki ga rudarji imenujejo gorljivi skrilavec. Kamenina se lomi školjkovito. Pri gorenju ali tlenju v jami razvija močan aromatski duh (po acetonu?), ki ga često zaznajo pri delih v krovmini.

Sledi rjavkastosiv, spodaj mehak glinast, više pa trd apnen lapor. Oba skupaj zastopata lakustralne laporje trboveljske krovnine. V golicah na Korbarjevem hribu pri Hrastniku so v laporju odtisi sledečih polžev in školjk:

- Melania* sp.,
- Neritina* sp.,
- Melanopsis* cf. *hantkeni* Hofm.,
- Unio sagorianus* Bittn.,
- Congeria* cf. *brardi*.

Ta sladkovodna favna je ista kot v najsevernejših delih polja Karolina v Trbovljah in v »cementnih laporjih« v starem kamnolomu tovarne cementa v Trbovljah (Haukov kamnolom). Tudi litološko so si te kame-nine zelo slične.

Enako razvite krovninske plasti zasledujemo proti vzhodu do Savinje.

O morskem krovninskem laporju, ki v Trbovljah sledi lakustralnemu in tam zaključuje zgornjeoligocenske plasti, pravi Bittner, da ga je našel samo do Dolskega potoka. Tudi jaz nisem opazil dalje proti vzhodu

na površini morskih, ampak samo sladkovodne laporje. Vendar sem spomladi 1940 na odvalu pred rovom Jožefa v Hudi jami našel zelenkastosiv glinast lapor s fosili:

Chenopus trifailensis Bittn.,

Corbula gibba Olivi.

To je ista favna, ki je v morskih delih trboveljske krovnine tako razširjena. Ta najdba dokazuje, da morski laporji segajo tudi vzhodno od Dolskega potoka.

Rov Jožefa sicer ne zadene na te plasti. Ob vhodu je sladkovodni lapor s *Cyclas* sp. in *Pisidium* sp. Sledi premog in za njim nekaj talninskih glin. Ves ostali del rova poteka v psevdofiljskih skrilavcih in peščenjakih. Morski lapor na odvalu izvira iz starih odkopov v prečnem rovu, ki so ga načeli iz rova Jožefa.

Zgornjeoligocenski skladi so na površini znani samo vzdolž severnega roba kadunje, kjer tvorijo neprekinjen pas od Hrastnika do Savinje. V južnem krilu produktivne oligocenske plasti niso bile z gotovostjo najdene.

b) Miocen

Skoraj vso površino terciarne kadunje zavzemajo morski in brakični miocenski sedimenti, izpod katerih se le ob severnem in južnem robu kadunje pokažejo starejši skladi. Morski sedimenti nastopajo v glinasto-peščenem in apneno-lapornem razvoju. Brakične usedline sestoje prav tako iz glin, peskov, peščenjakov, apnencev in laporjev, zato jih je večsah težko ločiti od starejših morskih. Karakterizira jih precej enotna sarmatska favna.

Glinasto-peščeni morski facies predstavljata

sivica in govški peščenjak

Sivica je sivkasto zelena laporna glina s školjkastim lomom; na zraku razpade na majhne nepravilno omejene koščke. Glini je navadno pri-mešan drobnozrnat, zelenkast pesek. Nekateri pole sivice imajo precej bogato favno, redko so ohranjeni tudi ostanki rastlin. Na enem samem odvalu pred rovom v Peklu sem nabral najmanj trideset različnih vrst. Posebno so razširjene školjke, polži in ribje luske. Vsa favna je morska. Zelo razširjena in značilna je majhna ploska vrsta pektena z nekoliko zaokroženimi rebri. Teller je našel isto obliko v polah glinastega laporja, ki nastopajo kot vložki v spodnjemiocenskih tufih v okolici Smrekovca. Določil jo je kot *Pecten duodecimlamellatus*. Ker je v teh plasteh zelo razširjena, jo ima za vodilni fosil za to stopnjo.

V raziskanem ozemlju je malo golic sivice. Zanesljivi golic sta le v dveh zasekah južno od oligocenskega pasu med Šmihelom in Kuretnim. Tudi tu nisem mogel najti nikake favne, temveč sem kamenino določil samo po petrografskih znakih in po stratigrafski legi med zgornjeoligocensko krovmino in govškim peščenjakom.

Mnogo podatkov o razvoju sivice je dal rov v Peklu pri Dolu. Istočasno je rov pokazal razmerje med sivico in govškimi peski oziroma peščenjaki: že v nižjih legah vsebuje sivica peščene vložke. Više postaja primes peska vedno večja; peščene plasti se množe, njihova debelina raste. Kamenina prehaja na ta način v govške peske in peščenjake.

Ponekod so ti peski sivkasto zeleni, enakomerno drobnozrnati, zelo glinasti s primesjo sljude. Posebno v nižjih legah opazujemo temnozeleno peske, v katerih prevladuje med zrni glavkonit, tako da govorimo o glavkonitnih peskih in peščenjaki. Ponekod vsebujejo peski in peščenjaki večje drobce kremenca in keratofira ter postanejo neenakomerno srednje- do debelo zrnati, prehajajo celo v konglomerate. Pogosto vsebujejo tudi zrna pirita. Lepilo je apneno; v glavkonitnih ter glinastih peskih in peščenjaki je manj apnene komponente, zato so le rahlo zlepljeni. Navzgor je apnenca vedno več, peščenjaki postanejo bolj trdni. Često opazujemo prave apnene pole s foraminiferami in litotamnijami.

Pri vasi Govce, po kateri so dobile te plasti v geološki literaturi svoje ime, so ti peski dobro odkriti v velikih golicaх jugovzhodno od jaška Liša ob kolovozu proti Kuretnemu. V golici, ki je daljša od 100 m, nastopajo temnosivi, zelo glinasti peski z bogato primesjo sljude. Peski vsebujejo v posameznih polah mnogo prodnikov. Pesek in prod sta rahlo zlepljena. Kamenina je tu posebno bogata s fosili. Najbolj razširjeni med njimi so: *Ostrea pl. sp.*, *Pecten sp.*, *Venus sp.*, *Cardium sp.*, *Turritella cf. turris* Bast., ostanki *Balanus concavus* Bronn in ribji zobje. Ti fosili so v debeloklastičnem materialu le slabo ohranjeni; razen ostrig in rakov najdemo često le kamena jedra in odtise.

Dalje proti jugovzhodu pride kolovoz v ozek pas litavskega apnenca, ki ga na južni strani grebena zamenjajo laški laporji. Ko se kolovoz vrne na severno pobočje, je vzdolž njega odkrit ves profil govškega peščenjaka. Pod litavskim apnencem, ki tvori greben, leže sivi, zelo glinasti peščenjaki, ki so rjastorjavo prepereli. Okrog 10 m pod zgornjo mejo peščenjaka je videti v profilu dve apnenčevi poli iz debelolupinastih ostankov ostrig in litotamnij. Lepilo je apneno z malo peščene primesi. Navzdol slede peski in rahli peščenjaki. Tik ob spodnji meji peščenjaka (z oligocenskimi skladi) zopet zademo na več apnenčevih pol, ki so tu nekoliko bolj peščene.

Slične profile preko te serije najdemo tudi vzhodno od tu. Povsod nastopajo med peski apnenčeve pole.

Pas govških peskov in peščenjakov se začenja pri Breznem in se razteza do Savinje. Na vzhodu je na splošno širši kot na zahodu. Proti Dolu in Hrastniku navidezno manjka govški peščenjak. Možno je, da je to v zvezi s transgresijo. Vendar je verjetno, da pripada temu horizontu del kamenin, ki jih prištevamo k litavskemu apnencu. Za to domnevo govore konkordantne plasti sličnih zelenih peščenih in brečastih apnenec, ki jih često opazujemo v govškem peščenjaku.

Omenim naj še glinaste in peščene kamenine v južnem delu kadunje na meji med litavskim apnencem in triadnim talnim gorovjem. Blizu naselja Turški les, kjer litavski apnenec med k. 825 in 898 sega najdalje proti jugu, najdemo neposredno nad triadno podlago nekaj golic sivkasto-

zelenih peskov, ki litološko zelo spominjajo na govški pesek. Tudi njihova lega pod litavskim apnencem zelo opravičuje to domnevo. S peski nastopajo še mastne gline. Na dveh mestih izdelujejo iz teh glin opeko.

V sličnem položaju nahajamo laporne gline in peske v plazoviti dolini južno od hrbta litavskega apnenca, ki se vleče od vzhodnih hiš Jesenove ravni proti Šmarjeti. Tudi te kamenine sem vnesel v karto kot ekvivalente sivice in govških peščenjakov, za kar govori poleg njihovega kameninskega značaja tudi njihova lega pod litavskim apnencem.

Kot govški peščenjak je v jamskih kartah hudojamskega revirja vrisana peščena kamenina med oligocensko talninsko glino in litavskim apnencem, ki je prišel sekundarno v ta položaj pod oligocenske sklade. Kamenina je na prvi pogled dejansko slična govškemu peščenjaku. Petrascheck (1926/29, 328) jo ima za tektonit.

Vzhodno od jaška Liša so danes te kamenine odkrite v velikih golicah. Tudi tu leže ob istem litavskem apnencu, ki tu pada pod kotom 60° proti jugozahodu. Peščenjak vsebuje predvsem drobce keratofira, manj je v njem močno zgnetenih delcev skrilavca. Osnovna masa je glinasta in sive barve. Kamenina spominja bolj na peščene gline v spodnjem nivoju hrastniške talnine kot na govški peščenjak, ki je znan nedaleč od tu v zgoraj opisanih velikih golicah ob kolovozu. Omembe vredno je, da najdemo v »peščenjaku«¹ tudi majhne delce litavskega apnenca in kepe premoga. Vse to govori za Petrascheckovo mnenje o tektonskem izvoru kamenine. Nastala je pri premikanjih, ki so spravila litavski apnenec pod oligocenske produktivne sklade.

Kot sem že omenil, prevladujejo v spodnjih delih horizonta sivice in govškega peščenjaka laporne gline. V zgornjih delih so bolj klastični sedimenti: peski in peščenjaki, končno celo konglomerati. Vendar je že Bittner opozoril, da ne velja povsod to zaporedje. Peščenjaki nastopajo lahko nad, pa tudi pod glinami. Podobno razmerje se je pokazalo tudi v obeh vrtnah v rovu Peklu.

Zaradi tega je Bittner združil obe kamenini v eno stratigrafsko stopnjo. Sivica in peščenjak lahko zastopata drug drugega. Tako n. pr. najdemo v Trbovljah nad krovninskim laporjem samo sivico; pri Hudi jami pa so v tem horizontu razviti pretežno glinasti peščenjaki, ki dosežejo debelino 150—200 m. Sivica nastopa tu v zelo omejenem obsegu; znanih je le nekaj golic.

Starost teh kamenin še ni določena. Kot vodilno plast bi lahko uporabili sivico, ki vsebuje isti *Pecten duodecimlamellatus* kot laporni vložki med tufskimi sedimenti v okolici Smrekovca. Na podlagi tega bi prišteni sivico ter govške peske in peščenjake v helvet. Kühnel je postavil ekvivalentne plasti v okolici Kamnika v burdigal. Profili vrtin v Zagorju, med Hrastnikom in Trbovljami ter jamska dela v Hudi jami pa kažejo postopni prehod zgornjeoligocenskega laporja v miocensko sivico. Zato bi bilo možno, da je del sivice celo akvitanke starosti. Pri tem se ponovno postavlja vprašanje, ali obstoji med soteškimi in nad njimi ležečimi miocenskimi skladi v resnici erozijska diskordanca, ali pa se je sedimentacija v določenem obsegu neprekinjeno nadaljevala in gre le za transgresivno razširitev morja.

Litavski apnenec in laški lapor

Med sedimenti, ki jih prištevamo k litavskemu apnencu, prevladujejo konglomerat, peščenjak in litotamnijski apnenec. Vmes opazujemo poleg različnih medsebojnih prehodov teh kamenin še plasti laporja, kakršnega uvrščamo k laškemu laporju. Ob robu kadunje nahajamo neposredno na predterciarni podlagi kadunje grušč in prod, ki sta povečini z apnenim, včasih s peščenim lepilom zlepljena v brečo in konglomerat — litavski konglomerat. Ti debeloklastični sedimenti segajo ponekod precej daleč proti sredini kadunje. V njih prevladujejo ob severnem robu kadunje prodniki psevdoziljskega skrilavca in keratofira; manj je drobcev in prodnikov iz apnenca in dolomita. Ob južnem robu kadunje prevladujeta v njih apnenec in dolomit; med Jesenovcem in Kovkom najdemo tudi prodnike iz psevdoziljskih, ob Brnici iz karbonskih, pri Krnicah pa iz werfenskih skrilavcev in peščenjakov. Vedno vsebujejo tudi raznobarvne rogovce. Ponekod nahajamo v konglomeratu ostanke litotamnij in ostrig.

Grušč in breča ležita neposredno nad podlago, iz katere sta nastala; vmes najdemo tudi posamezne večje skalnate bloke.

Konglomerat je delno nastal ob transgresivnem prodiranju morja, delno so ga prinašale tekoče vode.

Te bazalne tvorbe polagoma prehajajo v rumenkastobel litotamnijski apnenec. Na prepereli površini postanejo obris litotamnij dobro vidni. Ponekod je apnenec zaradi peščenih primesi zelenkast ali temnosiv. Ta apnenec navadno vsebuje tudi posamezne drobce raznobarnih rogovcev.

Bolj proti sredini kadunje prehajajo debeloklastični bazalni sedimenti navzgor v govški peščenjak, ki ponekod vsebuje tanjše apnene in peščenoapnene pole. Govški peščenjak nato postopoma prehaja v litavski apnenec. Na prehodu je razvit apnen peščenjak, ki se od govškega le malo razlikuje. Vsebuje ostanke skorjastih litotamnij.

Litavski apnenec vsebuje v gornjih delih vedno več peščeno-lapornih primesi. Še više raste število in debelina lapornih vložkov; kamenina postane vedno bolj laporasta in preide v laški lapor.

Kamenine, ki jih imenujemo laški lapor, so petrografsko različne. Menjavajo se apnenopeščeni, peščenosljudnati in peščenoglinasti laporji. Navadno so razločno plastoviti, tankoplastoviti ali celo tankolistnati; redkeje naletimo na homogeno neplastovito laporasto kamenino. Značilne za serijo so konkordantne pole litotamnijskega apnenca.

Skoraj povsod najdemo v laporju številne fosile, pretežno školjke in polže. Zelo razširjeni so:

Natica helicina Brocc.,
Lucina cf. *miocenica* Micht.,
Tellina sp.,
Nucula sp.

Po tej favni je laški lapor vedno lahko ločiti od nekaterih sličnih oligocenskih laporjev. Često najdemo v laporju zoglenele ostanke rastlin, ki se nakopičijo v tanjše sledove premoga.

Proti sredini kadunje je že v nižjih delih medsebojno menjavanje apnenca in laporja tako značilno, da bi mogli govoriti o enotnem apnenolapornem horizontu, v katerem prevladuje v sredini kadunje lapor, ob robu kadunje pa apnenec. Tudi v senovski kadunji se obe vrsti kamenin med seboj nadomeščata.

Litavski apnenec je poznan v severnem krilu kadunje v neprekinjenem pasu od Hrastnika do Laškega. V Hrastniku leži litavski apnenec velike debeline neposredno na gornjeoligocenskem krovninskem laporju. Sivica in govški peščenjak tu nista razvita. Od Hrastnika poteka pas litavskega apnenca preko k. 561 proti Dolskemu potoku. Litološko je tu razvit v normalnem profilu — na bazi konglomeratsko, pri čemer prevladujejo keratofirovi prodniki. Nad konglomerati, t. j. proti jugu, leže skladi, ki so popolnoma izpolnjeni z lupinami školjk rodu *Pecten*. Še više najdemo čiste litotamnijske apnenice, ki polagoma prehajajo v laški lapor. Vpad plasti je strm proti jugu.

Na obeh straneh Dolskega potoka tvori litavski apnenec visoke pečine (tako zvane Debelakove pečine na desnem bregu), ki jih na severu omejuje navpična ploskev smeri vzhod—zahod (verjetno preriv). V tej steni vidimo več razpok, ki imajo smer sever—jug in vpadajo strmo proti vzhodu. V dolini Dolskega potoka se pas litavskega apnenca zoži.

Vzhodno od Dolskega potoka se litavski apnenec nadaljuje, toda v mnogo manjši debelini. Ob kolovozu, ki pelje v jugovzhodni smeri proti Kristandolu, so v nekaterih manjših kamnolomih odkrite mejne plasti litavskega apnenca proti laškemu laporju. Modrikastosivi, nekoliko peščeni litavski apnenec tvori tu 30—40 cm debele pole. Med njimi so do 5 cm debeli laporasti in peščeni vložki, po katerih je mogoče spoznati plastovitost litavca s smerjo sever 80° zahod in vpadom 70° proti jugu. Pri preperevanju se spremeni modrikasta barva kamenine v svetlorjavo. Skladi litavca kažejo kroglasto krojitev.

Pas litavca se potem dvigne na k. 620 in prečka dolino Kristandolskega potoka. Proti vzhodu postaja litavec vedno tanjši in vedno bolj peščen, posebno še od Breznega dalje, kjer se pričenja govški peščenjak. V litavskih peščenjakih so fosili slabo ohranjeni kot kamena jedra: *Venus* sp., *Pecten* sp., *Terebratula* sp.

Navzgor prehaja litavski apnenec v laški lapor, v katerem se vedno ponavljajo posamezni skladi litotamnijskega apnenca. V laporjih sem zbral fosile:

Lucina cf. *miocenica* Micht.,
Nucula sp.,
Corbulla gibba Ol.,

ki so najbolj razširjeni v laškem laporju.

Ustrezajoče razmere najdemo vzdolž vse južne meje litavčevega pasu ob potoku Breznici. Na levem bregu Breznice vidimo v horizontu litavca najprej 10 m litotamnijskega apnenca, ki s 40° vpada proti jugu. Nato sledi okrog 20 m temnosivega debeložrnatega peščenega laporja in končno zopet okrog 10 m litotamnijskega apnenca.

Dalje proti vzhodu je litavec komaj še naznačen z ozkim pasom konglomerata med govškim peščenjakom na severu in laškim laporjem na jugu. Te sklade lahko zasledujemo približno do kolovoza od Sv. Krištofa proti Šmihelu in Kuretnemu. Na mestu, ki je na karti označeno s številko 136, dobimo v majhnem odkopu za hišo naslednji profil, ki je značilen za litavec v ozemlju med Govcami in Laškim:

- a) siv tankoskrilav lapor — laški lapor,
- b) 1,2 m modrikast apnenec z belimi litotamnijami, velik odtis pektena (*P. latissimus* Brocc.),
- c) 5 cm siva peščena glina,
- č) 5—8 cm siv apnen peščenjak,
- c) 5 cm siva peščena glina,
- č) 20 cm apnen peščenjak,
- c) 20 cm siva peščena glina z zmečkanimi litotamnijami,
- d) 20—80 cm peščen litotamnijski apnenec s kroglasto krojitvijo,
- e) 30 cm konglomerat, rahlo zlepljen,
- f) 0,5—1 m konglomerat,
- g) govški peščenjak.

Skupna debelina teh plasti od b) do f) je komaj 2,5—3 m.

Razen tega litavskega pasu, ki je v normalnem stratigrafskem položaju, je ob severnem robu kadunje še drug, manj strnjen pas litavca. Ta je zaradi svoje lege pod oligocenskimi produktivnimi plastmi že dolgo vzbujal zanimanje geologov in rudarjev.

Najzahodnejša golica tega litavca je na severnem robu hrastniškega zasipnega kopa. Na vrhu zgornje zaviralnice vidimo litotamnijski apnenec, ki vsebuje keratofirova zrna in prodnike. Nad njim leži siva glina brez prodnikov. Isti litavec je odkrit ob kolovozu proti Kalu; tu leži na psevdofiljskih skrilavcih in na anizičnem dolomitu. V njem vidimo mnogo tektonskih ploskev, ki imajo smer sever 70°—90° zahod in strmo vpadajo proti jugu. Majhna litavčeva golica je jugovzhodno od tod, v železniški zaseki pri novem odvalu. Tu nastopa litavec navidezno sredi oligocenskih talninskih plasti.

V sličnem položaju najdemo litavec tudi v odseku med Dolskim in Kristandolskim potokom, kjer zavzema mnogo večjo površino kot pri Hrastniku. Zahodnejša gruda leži na psevdofiljskih plasteh in na keratofirih. Vzhodni del večjega litavskega otoka, ki tvori k. 635, leži prav tako na ladinskem peščenjaku, zahodni pa tiči v prodnatih glinah zgornje-oligocenske talnine. Tudi litavec v Kristandolskem potoku leži med psevdofiljskimi plastmi in oligocensko talnino.

Litavčev pas zahodno od Breznega leži na skrilavcih in keratofirih talnega gorstva. S svojim zahodnim koncem leži verjetno pod talninsko glino.

Manjšo litavčevo grudo najdemo na psevdofiljskih skrilavcih severno od tega pasu.

Tudi v psevdofiljskih skladih med Breznom in Govcami nahajamo več golic litavca. Ponekod nastopajo skupno z oligocenskimi plastmi,

tako pri rovu Jožefa in na zahodnem koncu vasi Govce. Teller je povezal te golice z litavcem pri jašku Liša, vendar se zdi, da je ta pas pri Govcah prekinjen.

Ob kolovozu pri jašku vidimo, kako litotamnijski apnenci prehajajo v glinaste peščene laporje. Na prehodu vsebujejo v nekaterih polah mnogo zelenih peščenih zrn. Številne so v tej peščeni kamenini velike ostrige in različne korale. V tem litavcu leži najvišji venec jaška Liša (primerjaj priloženi profil jaška Liša po podatkih rudnika Huda jama). Litavec sega do drugega horizonta (484,0 m); potem preide jašek v keratofir in končno v psevdosiljske skrilavce in peščenjake. Toda tudi tu so vsi prečni rovi od jaška proti jugu zadeli na litavec, ki vpada proti jugu. Med litavcem in nad njim ležečimi oligocenskimi skladi je tu razvit največkrat »peščenjak«, milonitska kamenina, ki je verjetno nastala ob narivu. Slično tektonsko brečo, ki obstoji v glavnem iz keratofirovih drobcev, so našli ponekod tudi na meji med litavcem in keratofirom, tako n. pr. v prečnem rovu na II. obzorju.

Vzhodno od jaška imajo 30–80 cm debeli skladi litavca smer sever 60° zahod in vpadajo pod kotom 60° proti jugojugozahodu. Pod njimi nastopa neplastovit apnenec, ki je mnogokje zdrobljen in spremenjen v brečo. Dalje proti vzhodu vidimo nad litavcem »peščenjak« tektonskega izvora.

Proti vzhodu se litavčev pas zoži. V ozki dolini jugozahodno od Hude jame je širok komaj 15 m; tu leži neposredno na keratofiru. Više gori je ob kolovozu (NV okrog 500 m) meja med litavskim apnencem in keratofirom dobro vidna. Kjer pot zavije od jugozahoda proti vzhodujugovzhodu, je majhen kamnolom, v katerem dobivajo keratofirov grušč. Kamenina je popolnoma zdrobljena, mnogo ostrorobih koščkov (do 5 cm) je vloženih v rjavo kameninsko moko.

Nekoliko južneje se začenja litavec z mejno ploskvijo

S 80° V

S 65°

s katero vzporedno poteka v litavcu več drsnih ploskev. Na meji sta litavec in keratofir zdrobljena v moko. Dalje od meje nastopa trden neplastovit litotamnijski apnenec, še dalje sledijo plastoviti peščeni apnenci, ki imajo smer sever 65° zahod in vpadajo 45° proti jugozahodu. Te razmere kažejo, da je meja tektonska.

K. 582 leži v litavcu, ki se izklini proti vzhodu v smeri hiš Železnik in Hrovat. Kot so dokazali tukajšnji rudniški obrati, leže tudi tu nad litavcem gornjeoligocenske plasti (odkopno polje Kuretno). Na severnem pobočju k. 572 sem posebej izločil večjo površino litavca, ki verjetno tvori samo melišče na keratofiru. Litavec zopet najdemo na južnem pobočju Šmihela in ga od tu lahko zasledujemo do Savinje.

Ta litavčev pas verjetno ne leži v celem obsegu neposredno nad keratofirom, kakor je označil Teller, temveč samo v svojem srednjem delu jugovzhodno od cerkve. Na grebenu je videti tik nad golicami keratofira (SV ca. 370 m) litavec, ki vsebuje mnogo oglatih drobcev

keratofira, zlepljenih z litotamnijami. Profil vzdolž nakladališča pri postaji Laško kaže, da nastopa tu med litavcem in keratofirom ozek pas oligocenskih plasti. Dobro odkrit je apnen krovninski lapor; premogovega sloja, ki ga omenja Stur, ni videti.

Tudi v zahodnem delu tega litavčevega pasu nastopa nad keratofirom produktivni oligocen, šele potem sledi litavec. Na južnem pobočju Šmihela zadenemo vzdolž keratofirove meje na velike odvale sledilnih del. Tu najdemo poleg zelo prodnatih talninskih glin še veliko koščkov lepega lesketajočega se rjavega premoga. Na površju se da ta oligocen komaj bliže omejiti, ker je večinoma pokrit z gruščem preperevajočega keratofira. Vzhodno od opuščenega rova je videti plastovit peščen litavec, ki vpada 60° proti jugu.

Na južnem krilu terciarne kadunje odpade na litavec mnogo večja površina kot na severu.

Litavec ob Brnici blizu njenega izliva smo že prej omenili. Ponekod leži na karbonu, na drugih mestih na srednjetriadnih apnencih in dolomitih. V kamnolomu v soteski Brnice je stisnjen med dolomit.

Po Tellerjevi geološki karti pokriva litavec vse severno pobočje Kovka. Pri svojih obhodih sem mogel ugotoviti le nekaj prav majhnih golic litavca. Vse ostalo pobočje tvorijo triadni apnenci in dolomiti. Šele vzhodno od vasi Kovk kakor tudi od jarka proti Dolu nastopa neprekinjen litavčev pokrov. Na desni strani jarka najdemo nad psevdosiljskimi skladi peščen in konglomeratski apnenec, ki ga je lahko razlikovati od triadnih apnencev podlage. Severna meja litavca proti Turju ustreza meji na Tellerjevi karti. Pač pa sega litavec mnogo dalje proti jugu, kot je vrisano v geološki specialki. Ena takih golic se razteza do selišč Turškega lesa (med k. 885 in 898). Na meji z dolomiti pridejo tu na dan plasti, ki sem jih vnesel v karto kot sivico in govški peščenjak.

Od tu krene litavčeva meja naglo proti severu in se spusti v Čretske dolino. Poteka nekoliko zahodno od strmega hudourniškega jarka »stari žleb«, v katerem zadene samo na dolomit. Vzhodno od tega jarka je ohranjena majhna gruča litavca, erozijski ostanek prejšnje pomembno večje odeje litavskega apnenca. V čretski dolini je dolomit v več golicah znan vsaj na dolžino 500 m. Pri mlinu blizu kapelice sega dolomit celo na levi breg potoka. Pokrit je s tanko ploščo litavca, nakar sledi laški lapor. Od vzhodne meje dolomita najprej manjkajo golice, potem sledi litavec, ki v ozkem pasu doseže izohipso 500 m. Na vzhodni meji litavčevega pasu so sledilna dela na izdanku premoga pri Jesenovi ravni.

Na sedlu med k. 388 in hišo Kapun se litavec skoraj popolnoma izklini, proti vzhodu zavzema greben proti Šmarjeti. V kamnolomu ob cesti nastopata konglomerat in peščenjak z apnenim lepilom, ki vpada 40° proti severu. Med prodniki je videti posamezne ostanke školjk rodu *Pecten*. Podaljšek tega litavčevega pasu je naznačen še severno od šmarjetske cerkve.

Manjši otoki litavca nastopajo tudi na zahodnem, severnem in severovzhodnem pobočju Kozice, k. 520.

Ozek pas litavca loči laški lapor od sarmatskih skladov pri Sevcih. Je čisti sivi litotamnijski apnenec. Tudi v strugi Breznice pri Klenovem najdemo sličen litotamnijski apnenec, ki ga pa zaradi majhne debeline ne moremo vnesti v karto. Samo na teh dveh mestih bi mogli na ozemlju med Hrastnikom in Laškim prišteti litotamnijski apnenec k tako imenovanemu zgornjemu litavskemu apnencu.

Glede laškega laporja naj samo omenimo, da tvori bolj strnjene plasti kot litavski apnenec, ki ga spremlja v dveh širokih pasovih. Na južnem krilu se izklini laški lapor v bližini rova v Peklu. Od tu proti zahodu meji sarmat neposredno na litavec, še dalje pa na anizične apnenice in dolomite. Tektonski značaj te meje bom opisal v tektonskem delu.

Litavski apnenec in laški lapor vsak za sebe ne tvorita samostojnih stratigrafskih horizontov. Posebno velja to za litavski apnenec, katerega debelina se v podolžnih in prečnih profilih kadunje zelo spreminja. Starejši raziskovalci so razlikovali spodnji litavski apnenec pod laškim laporjem in zgornji litavski apnenec nad laškim laporjem. Taka delitev pa obstoji v prirodi preveč lokalno, da bi jo mogli posplošiti. Tako imenovani spodnji litavec je v večji debelini razvit v senovski kadunji. Na ozemlju med Hrastnikom in Laškim je močnejše razvit le ob severnem in južnem robu kadunje, v sredino kadunje segajo le posamezne tanjše pole. Že Bittner omenja, da se debelina spodnjega litavca od Hrastnika proti Laškemu manjša. To je posebno izrazito v severnem krilu od Breznega dalje, kjer se pričenja govški peščenjak. Tudi v zagorski kadunji opazujemo sličen odnos med spodnjim litavskim apnencem in govškim peščenjakom. Spodnji litavec nahajamo tu v majhnem obsegu ob Kotredeščici. Bolj proti zahodu ga ni, pač pa v ustreznem horizontu nastopa v veliki debelini govški peščenjak. Na podlagi tega je upravičena domneva, da predstavljata obe vrsti kamenin le facialno različne sedimente. To domnevo upravičuje tudi dejstvo, da so skladi spodnjega litavca najdebelejši zlasti tam, kjer ni razvit govški peščenjak. Značilno je tudi to, da spodnji litavec na teh mestih s svojo zelenkasto barvo ter peščenim razvojem zelo sliči govškemu peščenjaku, zlasti pa apnenopeščenim vložkom z algami, ki jih vedno najdemo v govškem peščenjaku. Na ta način se pojasnjuje tudi vprašanje, zakaj leži spodnji litavec ponekod neposredno na krovnem laporju.

Tako zvani zgornji litavski apnenec je močnejše razvit v zagorski kadunji zahodno od Kotredeščice. Med Hrastnikom in Laškim nastopa le sporadično v majhni debelini, sicer ga nadomešča laški lapor. Horizont litavca in laškega laporja se navzgor ponekod konča z laporjem, ponekod z apnencem. Vendar ta meja ni ostra; lapor in apnenec postopoma prehajata v sarmatske kamenine. Laški lapor iz okolice Breznega kaže s svojo favno na tako ozko zvezo s sarmatskimi skladi, da je tu serija popolna in da ne obstoji zgornjemu litavcu ustrezna sedimentacijska vrzel. Tudi na drugih mestih opazujemo postopen prehod litavskih kamenin v sarmatske. Na podlagi tega postavljamo laški lapor z zgornjim litavcem v torton, pri čemer pa spodnja meja tega horizonta ni določena.

Sarmat

Najmlajši člen tukajšnje terciarne serije so sarmatski skladi, ki so litološko zelo različno razviti.

Laškemu laporju sledi debeložrnat konglomerat, ponekod pa peščenjak z apnenim vezivom. Konglomerat je razvit predvsem med Dolom in Sedražem v severnem krilu kadunje. Odkrit je v mnogih majhnih kamnolomih in ga uporabljajo v gradbene svrhe. Ker je konglomerat trdnejši in odpornejši kot obdajajoči ga lapor in glina, tvori navadno značilne hrbte na terenu. Tudi na drugih mestih ga najdemo na bazi sarmata, vendar v manjši debelini.

Konglomerat in peščenjak preideta v peščene in gruščnate gline, v katerih so posamezne pole litotamnijskega apnenca. Nekatere plasti peska so tako čiste, da jih uporabljajo kot gradbeni pesek. Često najdemo v pesku nešteto hišic tipičnih sarmatskih ceritij.

V velikih peščenih jamah severoseverovzhodno od rova v Peklu so odkriti sarmatski peski in prod, ki se menjavajo s trdnimi drobnozrnatimi polami peščenjaka kakor tudi s polami sive ali rjave gline. V glini je najti mnogo različno oblikovanih ostankov litotamnij. V nekaterih skladih peska, ki položno padajo proti severu, dosežejo poedini bloki 0,5 m. Material peska in prodnikov je mnogovrsten; večji prodniki so večinoma iz triadnih apnencev in dolomitov, manj je karbonskih peščenjakov in skrilavcev. Mnogo manj je med njimi keratofirskih prodnikov, ki so v oligocenskih prodnatih talninskih glinah tako razširjeni. Vmes opazujemo tudi drobce svetlosivih tufskih kamenin (spodnji miocen). Nikjer pa ni najti prodnikov litavca, čeprav je ta v okolici zelo razširjen. Na podlagi tega sklepamo, da je sedimentacija potekala neprekinjeno od litavskega apnenca preko laškega laporja v sarmat brez vmesnih erozijskih faz.

V višjih nivojih pojema primes peska, gline postanejo čistejše, ponekod laporaste in temnosive. Med glino pogosto najdemo apnene pole, ki sestojijo izključno iz rahlo zlepljenih litotamnij. Gline vsebujejo mnogo sarmatskih fosilov, med njimi

Cerithium pictum Bast. — posebno pogosto,

Cerithium rubiginosum Eichw.,

Cerithium nodosoplicatum Hörn.,

Murex sublavatus Bast.,

Neritina picta Fer.

Posebno bogate s fosili so golice ob cesti Marno—Dol—Brezno med 4. in 5. km. Drugo bogato nahajališče fosilov leži nasproti Marija gradca v zaseki ceste od Laškega proti Rimskim Toplicam. Tu sem našel

Cerithium pictum Bast.,

Cerithium nodosoplicatum Hörn.,

Cerithium rubiginosum Eichw.,

Turritella cf. *bicarinata* Eichw.,

Cardium sp.

Nad sivimi glinami s ceritiji in turitelami nastopajo belkastorumeni krhki laporji s številnimi ostanki školjk, ki spominjajo na *Macra* sp., *Tapes* sp. itd. Kamenina je laškemu laporju zelo slična, ločimo jo po tej tipični sarmatski favni.

J. Korošec je zbral v istih golicah poleg ceritij še nekatere fosile:

Macra podolica Eichw., *Cardium* pl. sp., med tem *C. cfr. obsoletum* Eichw., *Natica* cf. *helicina* Brocc., *Neritina picta* Fer., *Hydrobia* cf. *acuta* in druge vrste, *Melania* cf. *escheri* Brongt., *Cyprina* sp. (*Trivia* sp.).

Širok pas sarmata zavzema sredino kadunje. Povsod meji na laški lapor oziroma litavec, razen na že omenjenem mestu med Peklom pri Dolu in Hrastnikom v južnem krilu kadunje.

5. Kvartar

Prodne plasti ob Savinji med Šmarjeto in Rimskimi Toplicami so večinoma diluvialne starosti. Diluvialna terasa je tudi ravnina pri Sevcih. Sličen prod nastopa na ustju doline, ki se razteza od k. 223 (ob cesti) proti Kuretnemu.

Aluvialni grušč nahajamo posebno na pobočjih hribov iz anizičnega dolomita. Velika melišča so pri vasi Brezno. Nadaljnje veliko melišče sega od vzhoda na sarmatske plasti pri Dolu; v njem je najti mnogo kosov psevdoziljskih skrilavcev in peščenjakov.

Najmlajša aluvialna tvorba je lehnjak nad Ogečami pri Rimskih Toplicah v dolini ob vzhodnem pobočju Kopitnika. Lehnjak nastaja tudi še danes ob izviru, ki je zajet za vodovod. Mnogo ga uporabljajo pri gradnjah v Ogečah.

III

IZDANKI PRODUKTIVNIH PLASTI IN DOSEDANJA SLEDILNA DELA

a) V severnem krilu

Že v stratigrafskem delu je bilo omenjeno, da produktivni oligocenski skladi stopajo na površje samo ob severnem robu kadunje. Sedaj bom opisal ta pas, počenši od zasipnega kopa v Hrastniku. Zapadneje proti potoku Bobnu je pokrajina popolnoma pokrita s starimi odvali. Razen tega so tamkajšnje produktivne plasti dobro znane iz jamskih del hrastniškega obrata, tako da bi raziskava površine težko vodila do kakih rezultatov.

Profil nad dnevnim kopom (danes samo pridobivanje zasipa) od severa proti jugu je sledeč: nad triadnim talnim gorstvom leži tanka plast litavskega apnenca, ki se kmalu izklini proti vzhodu, kakor tudi proti zahodu. Na njem leže talninske glin, toda brez grušča, ki ga navadno opazujemo v spodnjem delu talnine. Dalje proti vzhodu, kjer leži talninska glina neposredno na dolomitu, vsebuje mnogo prodnikov

s premerom do 20 cm. V zaseku pri vitlu so v sivi talninski glini beli, nekoliko peščeni vložki, ki imajo smer sever 70° zahod in vpadajo pod kotom 40° proti severu.

Na južnem robu dnevnega kopa so stara jamska dela v že odkopanem sloju premoga. Nato sledi krovninski lakustralni lapor tipa Karolina v Trbovljah. Ti trdi laporji tvorijo podolžen greben z višinsko točko k. 544. Med tem hrbtom in južno potekajočim pasom litavca je dolina, ki spremlja litavec do Dolskega potoka. V tem delu je teren zelo pokrit in zarasel. Le na južnem pobočju okrog 495 m visokega grebena sem nad kamnitimi sladkovodnimi laporji našel majhno golico tankoplastovitih glin. Verjetno so v dolini razviti rahlejši laporji, o katerih faciesu (lakustralni, brakični ali morski) nimam podatkov.

Vzhodno od tega profila se razmere spremenijo. Meja med triado in oligocenom naglo krene proti jugu; litavec se izklini. V kamnolomu, kjer pridobivajo dolomitni gramoz, je videti več drsnih ploskev z luskami, ki imajo smer sever—jug in vpadajo $40\text{--}60^{\circ}$ proti zahodu. Neposredno nad psevdofilskimi skrilavci nastopa krovninski lapor, ki se spušča proti jugu oziroma jugozahodu; vpadni kot se spreminja od golice do golice od 20 do 60° .

Približno 10 m jugovzhodno od sotočja obeh jarkov je videti na levem bregu doline majhno golico keratofira v sredi med psevdofilskimi plastmi. Malo navzdol po dolini se začne veliko ležišče keratofira, ki sega v dolino Dolskega potoka in še preko nje. Na desni strani doline nastopajo krovninski laporji, ki vpadajo položno proti jugozahodu.

$40\text{--}50$ m od sotočja proti jugovzhodu se nahaja star zapuščen raziskovalni rov, s katerim so prodirali v smeri jug 20° zahod proti krovnini. Na odvalu pred rovom je mnogo keratofirovih drobcev, čeprav na površini ob desnem bregu ni keratofirovih golic. Dalje od ustja sestavljajo odvali apneni krovninski laporji s številnimi jedri in odtisi sladkovodnih školjk (*Cyclas*, *Pisidium*). Isti laporji so v golicah nad rovom. Ni pa na odvalu sledov talne gline niti premoga. Po tem bi se dalo sklepati, da je bil rov zastavljen v keratofiru, iz katerega je prešel neposredno v krovninske laporje, ne da bi zadel na talne gline in premog.

Odsek med Dolom in Kristandolom

V psevdofilskih skladih, ki tudi tu tvorijo podlago produktivnega oligocena, nastopa nekaj keratofirovih leč. Na več mestih leže terciarne plasti neposredno na keratofiru.

Iz priložene geološke karte je razviden obseg posameznih členov plasti. Na zahodu pri Dolskem potoku ni videti na površini talninske gline, krovnii lapor leži neposredno na triadi.

Ta del so svoječasno preiskali z nekaj rovi. Skoraj povsod so zadeli na majhne leče premoga. Najzahodnejši teh rogov — Dolski rov — je bil zastavljen v Dolskem jarku v laškem laporju. Prečkal je litavski apnenec in je prišel potem v oligocen. Podrobni izsledki tega rova mi niso znani.

Ustje naslednjega preiskovalnega rova na k. 417 leži v produktivnih plasteh blizu njihove meje s triado. Na odvalu najdemo trde krovne laporje s pizidijami. Dva višja rova (na k. 431 in 455) sta odprla nad talno glino sloj premoga. Še višje (k. 485) leži preiskovalni rov, na katerega odvalu najdemo samo triadne skrilavce in peščenjake. Rov naj bi bil zastavljen v skrilavcih in potem izpeljan proti gornjeoligocenskim plastem s premogovim slojem. Triadna kamenina, ki jo danes vidimo na površini odvala, izvira verjetno iz prečnih rovov iz oligocena proti severu. V tem delu so talninske plasti že precej debele in segajo pod litavski apnenec.

Krajši sledilni rov proti vzhodu (k. 547) je prav tako zadel na premogov sloj; nad vhomom v rov vidimo manjše gruče litavca. Globlji apneni deli krovnega laporja tvorijo tu terenski hrbet, ki sega skoraj do sedla med k. 635 in 620. Južno od tega hrbita nastopajo samo mehki laporji.

Od sedla do Kristandolskega potoka ne najdemo v oligocenskem pasu nikakih golic. Na nekaterih mestih nastopajo verjetno gruščnate gline. Sledilnega rova na NV 515 v terenu nisem mogel najti.

Ob Kristandolskem potoku se zoži pas produktivnega oligocena verjetno zato, ker tu zopet nastopa pod njim litavec. Na odvalih sledilnih rovov (k. 495 in 500) najdemo mnogo koščkov premoga. Na površini zavzemajo skoraj ves oligocenski pas prodnate talninske plasti.

Na gornji strani sedla proti Breznemu v oligocenskem pasu ni golic. Tudi sicer tako značilne apnene laporje tu redko vidimo. Na jugu spremlja oligocenske plasti samo 30 m širok pas litavca. Na severu meji oligocen na psevdofiljske skrilavce, keratofir in litavec. Na k. 450 m naletimo na velik odval; rov je zarušen in zarastel. Okrog 70 m niže je bil izpeljan rov proti zahodu. Na odvalu vidimo psevdofiljske skrilavce in peščenjake, nekaj talne gline, krovni lapor ter litavski apnenec. Zeleni peščenjak, ki nastopa v poedinah kosih, je verjetno govški.

Sredi psevdofiljskih skrilavcev, torej ločeno od glavnega oligocenskega pasu, sem našel v nekaterih golicah črno talno glino. Po profilu, ki ga je sestavil direktor Wydra ali Kloc, kaže po izsledkih starega sledilnega rova, naj bi bili tudi zasledili 4 m debel sloj premoga. Tudi v novejšem času so s prečnim rovom Jožefa v jami severno od psevdofiljskih skrilavcev zasledili debelo lečo premoga (leta 1941).

Vzhodno od potoka Breznica se oligocenske plasti nadaljujejo v plazoviti pokrajini proti sedlu jugozahodno od Govc. Ves teren je tu preoran s starimi sledilnimi deli. Na južnem robu imamo pod litavcem govški peščenjak, kot kažejo golice ob gornjem kolovozu. Pri mlinu ob potoku Breznica se začne leča keratofira, ki se razteza proti vzhodu na dolžino 50 m in širino 20–25 m. Neposredno ob keratofiru leže krovni laporji z velikimi jedri in odtisi sladkovodnih školjk rodov *Cyclas* in *Pisidium*. Vzhodneje, kjer se keratofir izklini, leže taki laporji na psevdofiljskih skrilavcih.

Iz majhne doline severno od leče keratofira, ki se razteza v zahodno-jugozahodni smeri proti potoku Breznici, sta bila izpeljana dva sledilna rova proti jugu oziroma jugojugovzhodu. Zahodnejši, ki je oddaljen okrog

50 m od potoka Breznice, je zastavljen v talnini. Na odvalu je videti samo sladkovodni lapor. Okrog 60 m vzhodneje leži drugi rov. Njegov vhod je že v psevdofiljskih skrilavcih, ki jih tu delno nadomeščajo tufi. Ostalo kamenino na odvalu tvori siva peščena in gruščnata talna glina ter drobci premoga.

Više leži v smeri 75° rov Jožefa (NV 464). Skoraj ves rov poteka v psevdofiljskih skrilavcih, samo pri vходу nastopa lakustralni krovni lapor, sloj premoga in nekaj talnih glin. V bližnji okolici je ohranjenih več grušč litavca, ki leže večinoma neposredno na skrilavcih.

S temi izdanki produktivne formacije pri vходу v rov Jožefa bi lahko spravili v zvezo tiste golič sive talne gline, ki so znane na severnem robu večje gruče litavca pod najzahodnejšimi govškimi hišami. To talno glino loči od glavnega pasu produktivnih plasti širok pas psevdofiljskih skrilavcev. Znana je bila očitno že Bittnerju in Tellerju. Zadnji je tu izločil ozek pas oligocena, ki sega mimo cerkve v Govcah skoraj do Presečnika nad Hudo jamo. Na severu ga omejujejo skrilavci, na jugu litavec oziroma dalje vzhodno keratofir. Danes so ohranjene le omenjene golič talne gline na zahodnem koncu pasu. Ob kolovozu, ki vodi iz Zgor. Rečice h kapelici, sledi vzhodno od jaška Liša neposredno nad skrilavci keratofir. Ves teren okrog Govc so preiskali z mnogimi poševnimi vrtinami, toda povsod so zadeli samo na psevdofiljske sklade.

Vzhodno od Govc ni znanih v glavnem oligocenskem pasu nikakih golič na površini. Produktivna formacija pa je tu vendar dokazana z jamskimi deli. Tu so odkopna polja Jožefa, Liša, I., II. in III., Zahodno polje kakor tudi polje Kuretno. Tik pod Sv. Katarino se na površini oligocenski pas zoži ali na manjšo razdaljo celo prekine. Vzhodno pa je zopet razvit v večji širini.

Ob kolovozu od Sv. Katarine proti Šmihelu in Laškemu vidimo nad keratofirom trde krovne laporje s smerjo sever 75° vzhod in strmim vpadom proti jugu. Dalje vzhodno opazujemo v istih krovnih laporjih smer sever 75° zahod, vpad je ravno tako strm proti jugu. Pri stebru XVI daljnovoda Fala—Laško—Trbovlje segajo laporji tudi na severno pobočje in jih moremo zasledovati do okrog 30 m pod grebenom. V plazovitem terenu južno od grebena nastopajo mehkejši krovni laporji, v katerih je zračni jašek.

Dalje ob kolovozu je na južni strani videti mnogo odvalov s premogovim drobižem. Ob poti proti križu na sedlu nastopajo krovni laporji. V njih so našli jedro školjke *Cyrena* cfr. *semistriata* Desh., po čemer ti laporji zastopajo še lakustralni ali kvečjemu brakični nivo trboveljskih krovnih laporjev.

Najbližja stara sledilna dela leže šele onstran sedla južno od Šmihela, kjer sta se vrinili v oligocenske plasti dve grudi litavca. V dolini proti stari pivovarni in postaji najdemo zapuščen star rov, ki je pri vходу imel približno smer sever 40° zahod. Na odvalu vidimo mnogo premogovega drobiža, litavec in keratofir. V bližnji okolici rova nastopa ob cesti v več goličah siv glinast krovni lapor. Nekoliko severneje od cestnega ovinka je opuščen kamnolom v grudastem litavcu.

Najnižje ležečo golico produktivne formacije tvorijo zelenkastosivi glinasti krovni laporji s školjkovitim prelomom, ki so dobro odkriti v potočni strugi.

b) V južnem krilu

Produktivna formacija ni bila tu nikjer na površini ugotovljena z zadostno gotovostjo. Pač pa so s sledilnimi rovi na dveh mestih zadeli na kamenine, o katerih so domnevali, da predstavljajo gornjeoligocenske plasti.

Na strmem pobočju nad naseljem Jesenova ravan najdemo pri hiši Dobravec (vulgo Košica), Sv. Štefan št. 33, na 450 m NV starejši sledilni rov. Na odvalu vidimo sivo glino in mnogo kosov premoga. Ustje rova leži blizu meje litavskega apnenca.

S številko 125 sem vnesel v karto tista mesta, kjer je verjetno bil v laškem laporju vhod v rov, ki je nato prečkal litavski apnenec. Po razmerah, ki so prikazane na Tellerjevi geološki karti, je bilo tu najprimernejše mesto za raziskovanje južnega krila. Pri detajlnem geološkem kartiranju pa se je izkazalo, da litavski apnenec tvori tu samo ozek jezik na pobočju in ne sega daleč zahodno od rova in se obrne potem ob triadnem dolomitu navzdol v Čretsko dolino. Tudi če bi bil rezultat sledilnih del pri Dobravcu pozitiven, bi imel pomen samo za zelo ozko omejen teren tega litavčevega jezika. Vprašanje, ali so razvite oligocenske plasti pod velikim pokrovom litavskega apnenca, ki se razteza zahodno od tod do Kovka, bi ostalo kljub temu nerešeno.

V letih 1938—1940 so raziskovali južno krilo kadunje z že omenjenim rovom v Peklu pri Dolu. Ustje rova leži v litavcu, tik ob njegovi meji z laškim laporjem (malo zahodneje se laški lapor izklini, sarmatske plasti meje potem neposredno na litavec). Smer rova je jug 35° zahod; profil od severa proti jugu je po podatkih hrastniške jamomernice sledeč:

- a) — 185,2 m — litavec
- b) — 38,1 m — kompakten dolomit
- c) — 0,4 m — bela glina
- č) — 3,7 m — črna glina
- d) — 38,8 m — zdrobljen dolomit
- e) — 0,2 m — bela glina
- f) — 188,3 m — psevdofilski skrilavec in peščenjak
- g) — 0,8 m — dolomitni grušč
- h) — 0,06 m — zelenkastosiva glina
- i) — 0,15 m — premogovna substanca
- j) — 0,4 m — glinasti lapor
- k) — 45,6 m — zdrobljen litavec
- l) — 15,0 m — brečast litavec
- m) — 26,0 m — govški peščenjak
- n) — 3,0 m — litavski konglomerat
- o) — 430,7 m — siv glinast lapor
- p) — 0,0 m — ustavljeno v govškem peščenjaku

Ob ustju rova nastopa grudast litavec, sledi mu dolomit; mejna ploskev ima smer sever 75° zahod in vpada proti severu 50° . Litavec je tudi na svoji spodnji meji razvit kot čisti litotamnijski apnenec brez običajnih bazalnih konglomeratov. Meja je najverjetneje nastala tektonsko, premiki ob tej ploskvi pa so morali biti majhni, ker sta obe mejni kamenini ostali precej kompaktni. Če je plastovitost litavca vzporedna s to ploskvijo, kar vsaj približno ustreza, znaša stratigrafska debelina litavca na tem mestu 110—120 m.

Sredi dolomitne cone so z rovom zadeli na porušitev, ki je naznačena z milonitno kamenino c in č. Ploskev preriva ima smer sever 20° zahod in vpada pod kotom 60° proti vzhodu. Sledi zdrobljen dolomit. Za tektonsko kamenino imam nadalje plast e — »bela glina«, ki sestoji iz dolomitne moke. Za mejo, ki poteka vzhod—zahod in vpada pod kotom 45° proti severu, sledi debela serija črnih glinastih skrilavcev in peščenjakov. Po petrografskem značaju sem jih uvrstil v psevdofiljske sklade. Vsekakor naj omenim, da tu v rovu niso zadeli na črne ploščaste apnence, ki so tako razširjeni v psevdofiljskih skladih severnega roba kadunje. Redkeje je videti bele žile in leče zdrobljenega kremenca. Tu in tam je bilo opaziti vložke temnega rogovca lečaste oblike. Naklon skrilavca je zelo različen. V njem je videti mnogo porušitev, gub in prerivov. V glavnem prevladuje v severnovzhodnem delu te cone severni vpad, v južno-zahodnem pa južni. Obe tu najdeni triadni kamenini segata tudi na površino in sem ju opisal že v stratigrafskem delu referata.

Južna meja skrilavca vpada 50° proti jugu, nakar sledi nepravilna »plast« dolomitne in apnenčeve moke (g), ki nedvomno predstavlja ob prerivu nastali tektonit.

Naslednji trije členi profila (h, i, j) so močno porušeni. Plast (i) vsebuje poleg sive gline še sledove premoga. Možno je, da je to tako imenovana »črna talnina«. Nad njo vidimo ostanke svetlejše gline (h). Zelenkastosiv glinast lapor (j) spominja bolj na oligocenski krovni lapor kot na sivico. Ker niso bili v teh laporjih najdeni fosili, je njihova uvrstitev negotova.

S svojimi gladkimi, skoraj vertikalnimi ploskvami preriva s smerjo sever 30° zahod (vpad 85 — 90° proti severovzhodu) meji ta lapor na čisti litotamnijski apnenec brez prodnikov. Šele dalje južno sledi konglomerat. Prehod med obema se tu ne izvrši polagoma kot običajno; mejo tvori vertikalni preriv s smerjo sever 15° zahod. Iz konglomerata pritekajo velike količine vode. Konglomerat prehaja v govške peščenjake, ki leže konkordantno pod njim. Smer plasti je vzhod—zahod, vpad pa ca. 10° proti severu. Naslednja v profilu posebej izločena plast (n) — litavski konglomerat — spada prav tako v stopnjo govškega peščenjaka. Apnenčeve pole nastopajo tudi na drugih mestih v govškem peščenjaku, često celo v globljih delih te stopnje.

Pod konglomeratom sledi (točne meje nisem mogel določiti zaradi velikega dotoka vode; v načrtu v hrastniški jamomernici je vrisana s S 60° Z SV 45°) tu sivkastozelen lapor s školjkastim prelomom. Po bogati

morski favni, posebno po značilni školjki *Pecten duodecimlamellatus*, z gotovostjo določimo to kamenino kot ekvivalent sivice. To potrjuje tudi lega laporja pod govškim peščenjakom. Ta lapor je bil v rovu odkrit v dolžini 430 m. Potem je prišel iz stropa v profil proge zelen peščenjak. Skladi peščenjaka vpadajo pod kotom 10° proti jugu. Govški peščenjak očitvidno tvori položno antiklinalo; ta leži v smernem podaljšku malega litavčevega otoka med laškimi laporji pri Sv. Štefanu (Turje).

Iz rova so izvršili še dve navpični vrtini. Obe sta bili zastavljeni v morskih laporjih.

Profil prve vrtine, oddaljene od vhoda 765 m:

- a_1 — 11,0 m glinast lapor
- b_1 — 22,8 m konglomerat z apnenčevimi polami
- c_1 — 9,7 m zdrobljen dolomit
- $\check{c}_1$ — 13,8 m peščenjak in apnenec
- d_1 — 19,7 m dolomit

77,0 m

Druga vrtina, ki je bila zastavljena tik pod govškim peščenjakom, okrog 975 m od vhoda, je odkrila:

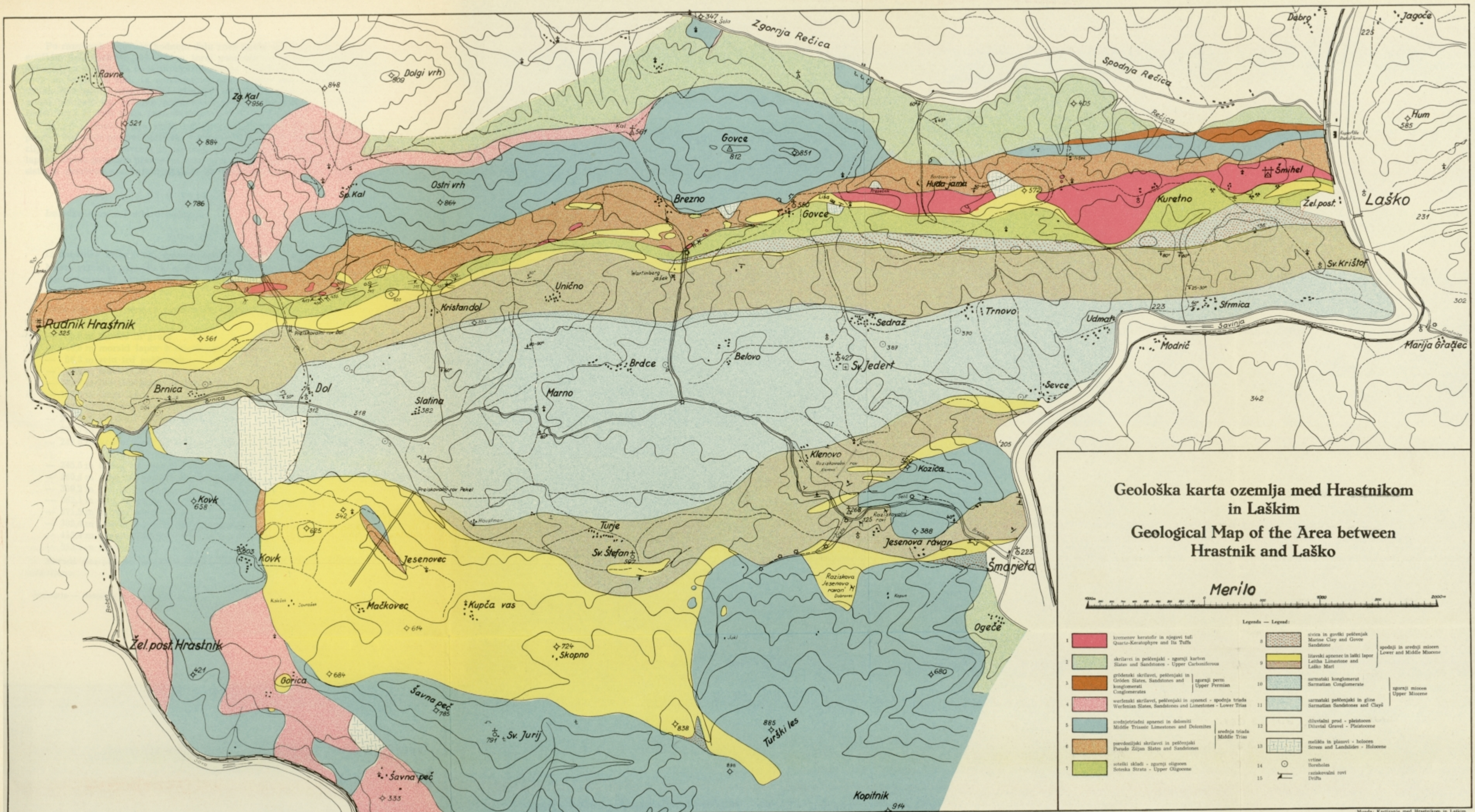
- a_2 — 2,3 m glinast lapor
- b_2 — 30,1 m konglomerat in peščenjak
- c_2 — 1,4 m apnenec
- $\check{c}_2$ — 6,2 m lapor
- d_2 — 4,2 m dolomit

44,2 m

Plasti a_1 , b_1 , $\check{c}_1$ iz prve vrtine in a_2 , b_2 , c_2 iz druge vrtine so brez dvoma še spodnjemiocenske tvorbe iz horizonta sivice in govških peščenjakov. Sivega kamnitega laporja, na katerega so zadeli v drugi vrtini med miocenskimi plastmi in triadnim talnim gorstvom, doslej nisem mogel z gotovostjo stratigrafsko uvrstiti. Po petrografskem videzu najbolj ustreza kamnitim krovnim laporjem gornjega oligocena. Na izvrtanem jedru je bilo nekaj prereзов fosilov, ki jih pa nisem mogel določiti.

V obeh vrtinah so dobili na triadni meji močan dotok vode. Ne-pojasnen je ostal položaj dolomitne breče (c_1) med terciarnimi plastmi v prvi vrtini.

Litavski apnenec, dolomit in psevdoziljske plasti je bilo v rovu pričakovati, ker so te kamenine znane tudi na površini nad rovom. Popolnoma nepričakovano pa so s tem rovom odkrili močno serijo I. mediteranske stopnje — sivico in govški peščenjak —, ki ju na površini ni. Na južni meji litavca z dolomitom sicer najdemo na nekaterih mestih peščene glin; vendar nastopajo te kamenine komaj v sledovih, tako da sem jih samo na enem mestu posebej označil na karti. Vse to je dokaz za daljnosežno transgresijo litavčevih tvorb, ki jo je treba upoštevati pri vseh sledilnih delih v kadunji, prav posebno pa pri raziskavanju južnega krila.



Po razmerah v južnozahodnem delu rova znaša debelina litavca (nad govškim peščenjakom) 120—180 m, torej pomembno več kot na severnem krilu istega profila. Za nadaljnja raziskovanja v kadunji je važen izsledek rova in vrtin, da tudi tu spodnjemiocenske plasti leže neposredno na triadi. Nastopanje oligocenskih tvorb v rovu je premalo gotovo, da bi mogli sklepati na njihovo razmerje s spodnjemiocenskimi sedimenti. Razen tega je tudi meja med obojnimi tektonske narave.

Skladi v rovu imajo smer vzhod—zahod. Večino plasti omejujejo prerivi. Nekateri prerivi potekajo v smeri plasti (V—Z), na meji psevdodiljskih skladov z litavcem in na meji govškega peščenjaka z morskimi laporji. Ostali potekajo prečno na smer plasti, t. j. sever 15—30° zahod. Oba sistema prerivov sta karakteristična za tektoniko raziskanega ozemlja.

c) Vrtanje

Izsledke rova v Peklu dopolnjuje

vrtina Dol 3.

Iz dnevnika vrtanja naj vzamem naslednje podatke o tej vrtini:

Mesto vrtanja: parc. 49 k. o. Sv. Štefan, lastnik J. Draksler.

Čas vrtanja: 27. aprila 1909 do 3. aprila 1914, NV 325,7 m.

Dosežena globina: 553,1 m.

Vrtina je zastavljena v sarmatskih plasteh; profil je v izvlečku iz dnevnika vrtanja sledeč:

- 6,0 m ilovica in grušč
- 48,6 m morski lapor z zelenkastim peskom
- 56,3 m zelo trd peščenjak
- 76,6 m laški lapor
- 79,7 m trd peščenjak in lapor
- 157,6 m laški lapor
- 167,0 m trd, svetlosiv litavec
- 201,7 m svetlosiv krovni lapor
- 239,7 m trd, temnejši lapor, bituminozen
- 242,5 m krovni lapor kot lepilo prodnikov »školjkovitega apnenca«
s pripombo »konglomeratskega videza«
- 245,5 m temni apnenci z rumenimi vložki kalcita
- 260,4 m zelo trd, siv krovni lapor, bituminozen
- 359,2 m trd, temen krovni lapor, bituminozen
- 362,1 m isto, lapor kot lepilo v konglomeratu litavca
- 371,5 m krovni lapor
- 382,4 m krovni lapor s konglomeratom
- 413,3 m krovni lapor
- 553,1 m litavec

Zaradi premajhne zmogljivosti vrtalne garniture je bilo vrtanje ustavljeno.

Stratigrafsko se prevrtane plasti razdele takole:

- 6,0 m aluvij
- 167,0 m sarmat
- 413,3 m laški lapor
- 553,1 m litavec

Od sredine kadunje je vrtina oddaljena 200—300 m. Če to upoštevamo, znaša stratigrafska debelina laškega laporja okrog 200 m. V podaljšku prej opisanega profila rova v Peklu zavzemajo laški laporji na površini komaj ozek pas; v vrtini samo nekoliko severneje pa je laški lapor v tej pomembni debelini. Te razmere so odvisne od vzdolžne porušitve v južnem krilu kadunje.

Vrtina Dol 2

Iz leta 1873; profil ni ohranjen.

Vrtina Dol 1

Mesto vrtanja: okrog 400 m SSZ od dolske cerkve, v dolini Dolskega potoka. Parc. 444 k. o. Dol, lastnik K o t a r.

Čas vrtanja: 1. junija 1897 do 8. oktobra 1902.

- 11,62 m ilovica s prodniki
- 121,01 m trd lapor
- 255,77 m zelo trd, temen krovni lapor

Vrtina je bila zastavljena v zgornjih horizontih laškega laporja v severnem krilu kadunje. V dnevniku vrtanja ni naveden litavec, ki ga je pa lahko spoznati tudi v probah udarnega vrtanja. Verjetno je vrtina ostala še v laških laporjih z vložki litavskega apnenca.

Tri nadaljnje vrtine so bile izvršene v bližnji okolici vasi Brnice, ki leži zahodno od Dola.

Vrtina Brnica 1

Mesto vrtanja: parc. 995, k. o. Dol, lastnik A. Igričnik.

Čas vrtanja: 24. novembra 1905 do 8. oktobra 1910.

NV: 270,0 m.

Skupna globina 177,9 m.

- 5,0 m ilovica
- 8,6 m zelena glina
- 26,4 m zelo trden zelen peščenjak
- 27,4 m svetlosive gline in premogasti peščenjaki
- 52,0 m svetlosive gline in peščenjaki s sledovi premoga
- 136,6 m izmenoma sive gline in peski
- 151,3 m temna glina z maloštevilnimi vključki peska
- 177,9 m temna glina, izmenoma trda in mehka

Vrtina se je ponesrečila. Zastavljena je bila v laških laporjih severnega krila blizu meje s sarmatom. Podobne kamenine, kot so navedene v tem profilu, najdemo v bližnji okolici vrtine v horizontu laškega laporja. Možno je, da višje plasti v tem profilu pripadajo še sarmatu.

Vrtina Brnica 2

Mesto vrtanja: nasproti kapelice pri Igričniku.

Čas vrtanja: 4. januarja 1912 do 13. maja 1912.

NV: 273,5 m.

- 3,0 m grušč
- 6,2 m glina s peskom
- 89,5 m trdi peščenjaki in gline
- 147,2 m izmenoma mehek in trd lapor
- 148,7 m litavec
- 152,6 m mehek lapor
- 153,8 m litavec
- 227,5 m izmenoma lapor, peščenjak in apnenec

Vrtina je ostala v laškem laporju z vložki litotamnijskega apnenca.

Vrtina Brnica 3

Mesto vrtanja: okrog 100 m nad cesto v vasi Brnica na Holeškovi parceli.

Čas vrtanja: 31. julija 1912 do 3. maja 1913.

NV: 304,5 m.

Profil kaže sledeče debeline posameznih plasti:

- 11,05 m humus in grušč
- 144,45 m laški lapor
- 63,00 m litavski apnenec
- 108,50 m krovni lapor
- 10,58 m premog
- 10,57 m krovni lapor s sledovi premoga
- 7,20 m premog
- 5,53 m talnina

Vrtina je bila verjetno zastavljena v spodnjih delih laškega laporja. Resnične stratigrafske debeline so zaradi strme lege plasti za 30—40 % manjše od navedenih navpičnih globin posameznih členov iz vrtine.

Naj opozorim na to, da v tem profilu nista razvita sivica in govški peščenjak.

Tudi v prostoslednem ozemlju revirja Huda jama so bile izvršene raziskave z rovi in vrtinami.

Za presojo, ali segajo produktivne plasti severnega krila kadunje do sredine kadunje, bi bili posebno dragoceni podatki vrtine D severno od gostilne Kozole v Breznem. O tej vrtini pa nisem mogel dobiti razen skupne globine 235 m nikakih podatkov.

V letih 1893—1894 je bila južno od Sv. Jedrti na koti 412 m zastavljena v spodnjih sarmatskih plasteh

vrtina I,

ki je v vsej svoji globini (117,2 m) odkrila samo skrilave gline s poedinimi vložki apnenega in kremenovega peščenjaka. Vse prevrtane plasti pripadajo sarmatu.

Vrtina F — Sevice

NV: 248,6 m; dosežena globina 185,12 m. Vrtina je bila zastavljena v laškem laporju (?) in je dala naslednji profil:

- 11,0 m humus in grušč
- 18,34 m laški lapor
- 11,08 m litotamnijski apnenec
- 92,78 m laški lapor
- 0,55 m sled premoga
- 36,08 m laški lapor
- 15,29 m peščenjak

Vrtina je potekala v glavnem laškem laporju in je odkrila njegovo znano, močno laporasto serijo s poedinimi vložki litotamnijskega apnenca.

Vrtina Brnica 4

Nadmorska višina: 293,90 m.

Začetek vrtanja: 7. marca 1950.

Konec vrtanja: 11. oktobra 1950.

0,00—117,52 m =	117,52 m	sivkast, peščen lapor
117,52—122,02 m =	4,50 m	peščen lapor (manj peska)
122,02—130,72 m =	8,70 m	lapornat apnenec s kalcitnimi žilicami
130,72—133,50 m =	2,78 m	lapornat apnenec
133,50—147,00 m =	13,50 m	izmenoma peščen in glinast lapor
147,00—155,60 m =	8,60 m	debelozrnat apnenec z zrcni kremena
155,60—167,46 m =	11,86 m	glinast in peščen lapor
167,46—173,14 m =	5,68 m	peščen in glinast lapor z zrcni kremena
173,14—178,00 m =	4,86 m	siv, debelozrnat apnenec z algami
178,00—179,39 m =	1,39 m	glinast lapor
179,39—181,00 m =	1,61 m	glinast lapor z vložki peščenjaka
181,00—186,67 m =	5,67 m	1. mehek, peščen lapor
		2. siv, trd peščenjak z zrcni kremena
		3. siv, debelozrnat peščenjak z zrcni kremena
186,67—187,42 m =	0,75 m	siv, trd peščenjak z zrcni kremena
187,42—190,00 m =	2,58 m	drobnozrnat peščenjak z zrcni kremena
190,00—192,00 m =	2,00 m	mehek peščenjak z žilicami premoga
192,00—195,00 m =	3,00 m	peščenoglinast lapor
195,00—201,00 m =	6,00 m	siv, trd peščenjak
201,00—221,86 m =	20,86 m	glinast lapor
221,86—223,36 m =	1,50 m	sivkastozelen apnenec s kalcitnimi žilicami
223,36—226,17 m =	2,81 m	peščenoglinast lapor
226,17—229,37 m =	3,20 m	sivozelen, debelozrnat apnenec z algami
229,37—230,07 m =	0,70 m	zelenkast, zrnat apnenec z algami
230,07—232,75 m =	2,68 m	zelenkast apnenec z algami
232,75—233,00 m =	0,25 m	zelenkastosiv apnenec
233,00—242,70 m =	9,70 m	zelenkast apnenec z algami
242,70—245,80 m =	3,10 m	zelenkast apnenec z algami in odlomki školjk
245,80—248,69 m =	2,89 m	temnosiv, zrnat apnenec, manj alg
248,69—251,17 m =	2,48 m	zelenkast apnenec

251,17—253,46 m =	2,29 m zelenkast apnenec z algami, vmes pole do 15 mm čistega temnega apnenca
253,46—256,64 m =	3,18 m zelenkast, zrnat apnenec z algami in odlomki polžev
256,64—262,52 m =	5,88 m zelenkastosiv, zrnat apnenec
262,52—264,42 m =	1,90 m zelenkast, zrnat apnenec
264,42—269,00 m =	4,58 m zelenkastosiv apnenec z zrnici kremena
269,00—270,63 m =	1,63 m zelenkast, debeloizrnat apnenec
270,63—273,97 m =	3,34 m zelenkastosiv apnenec z algami in odlomki školjk
273,97—279,29 m =	5,32 m temnozelen apnenec
279,29—281,77 m =	2,48 m temnosiv apnenec z drobci kremena
281,77—284,40 m =	2,63 m temnozelen apnenec z algami
284,40—287,93 m =	3,53 m zelenkast, zrnat apnenec
287,93—295,18 m =	7,25 m zelenkast apnenec z zrnici kremena
295,18—302,35 m =	7,17 m zelenkastosiv, debeloizrnat apnenec
302,35—304,15 m =	1,80 m zelenkastosiv, svetlejši, zrnat apnenec
304,15—305,87 m =	1,72 m zelenkastosiv, temnejši, zrnat apnenec
305,87—312,13 m =	6,26 m zelenkastosiv, svetlejši, zrnat apnenec
312,13—329,16 m =	17,03 m zelenkastosiv, debeloizrnat apnenec
329,16—333,00 m =	3,84 m zelenkastosiv, debeloizrnat apnenec
333,00—342,13 m =	9,13 m zelenkastosiv, temen, drobnoizrnat apnenec
342,13—350,47 m =	8,34 m zelenkastosiv, svetlejši, drobnoizrnat apnenec
350,47—415,06 m =	64,59 m zelenkastosiv apnenec
415,06—417,15 m =	2,09 m temnosiv apnenec
417,15—421,61 m =	4,46 m temnosiv apnenec z drobci kremena
421,61—423,31 m =	1,70 m zelenkastosiv apnenec z odlomki školjk
423,31—428,11 m =	4,80 m zelenkastosiv apnenec z algami
428,11—431,11 m =	3,00 m zelenkastosiv, zrnat apnenec
431,11—434,86 m =	3,75 m zelenkast, zrnat apnenec
434,86—442,57 m =	7,71 m zelenkast, svetlejši apnenec
442,57—450,32 m =	7,75 m temnosiv apnenec
450,32—475,44 m =	25,12 m temnosiv, debeloizrnat apnenec
475,44—478,98 m =	3,54 m apnenec z drobci rogovca
478,98—483,61 m =	4,63 m sivkast apnenec z algami
483,61—487,00 m =	3,39 m zelenkast, drobljiv apnenec z algami
487,00—535,00 m =	48,00 m temnosiv apnenec z algami
535,00—542,23 m =	7,23 m zrnat apnenec
542,23—547,78 m =	5,55 m zelenkastosiv apnenec z drobci rogovca
547,78—567,66 m =	19,88 m zelenkastosiv apnenec z algami
567,66—587,71 m =	20,05 m zelenkast, svetlejši apnenec z algami
587,71—600,00 m =	12,29 m sivkast apnenec
600,00—630,00 m =	30,00 m bazalna breča
630,00—635,81 m =	5,81 m svetli dolomit

Stratigrafski profil vrtine je sledeč: 0,00—226,17 m laški lapor, 226,17—630 m litavski apnenec z bazalno brečo, 630,00—635,81 m srednje-triadni dolomit. Pri povprečnem vpadu skladov 60° je prava debelina

laškega laporja 113 m, litavskega apnenca z bazalno brečo pa 202 m. Miocenski skladi leže neposredno na triadni podlagi. V gornjem delu profila prevladuje laški lapor, v katerem nahajamo le en pomembnejši vložek litavskega apnenca ter posamezne vložke peščenjaka. V spodnjem delu pa prevladuje litavski apnenec, ki je zaradi peščenih primesi zelenkast. Ker vsebuje apnenec v nekaterih delih profila drobce rogovcev, postane brečast.

Primerjajmo profil te vrtine s profilom vrtine Brnica 3, ki leži 500 m proti vzhodu:

Brnica 3

Brnica 4

	Debelina skladov v vrtini	Stratigrafska debelina pri vpadu skladov 45°	Debelina skladov v vrtini	Stratigrafska debelina pri vpadu skladov 60°
Laški lapor	155	109	226	113
Litavski apnenec	63	44	404	202
Soteški skladi	142	100	—	—
		253		315

Debelini laškega laporja se v obeh vrtinah precej ujemata. Poleg tega, da v vrtini Brnica 4 ni soteških skladov, je značilna velika razlika v debelini litavskega apnenca. Miocenske in soteške plasti vrtine Brnica 3 skupno ne dosežejo debeline miocena v vrtini Brnica 4.

Tudi na drugih mestih laškega zaliva opazujemo, da je debelina miocenskih skladov manjša, če so pod njimi razviti soteški skladi.

Vrtina Sedraž

Nadmorska višina: 386,60 m.

Začetek vrtanja: 30. marca 1950.

Konec vrtanja: 5. aprila 1951.

- 0,00— 13,00 m = 13,00 m humus, ilovica, peski
- 13,00— 13,55 m = 0,55 m kremenov peščenjak
- 13,55— 19,00 m = 5,45 m sivi, drobnnozrnati in rumeni, debelozrnati peski
- 19,00— 21,64 m = 2,64 m kremenov peščenjak z apnenim vezivom
- 21,64— 21,74 m = 0,10 m siv peščenjak, deloma kremenova zrnca
- 21,74— 24,60 m = 2,86 m peski in gline
- 24,60— 25,10 m = 0,50 m siv peščenjak, deloma kremenova zrnca s sljudo
- 25,10— 27,78 m = 2,68 m glinast lapor
- 27,78— 28,02 m = 0,24 m siv peščenjak z mnogo sljude in ostanki listja
- 28,02— 34,15 m = 6,13 m siv lapor
- 34,15— 35,07 m = 0,92 m siv peščenjak, deloma kremenova zrnca s sljudo
- 35,07— 36,70 m = 1,63 m siv glinast lapor

36,70—	37,60 m =	0,90 m	siv, drobnozrnat peščenjak, deloma kremenova zrnca s sljudo
37,60—	45,00 m =	7,40 m	peščen lapor
45,00—	45,50 m =	0,50 m	drobnozrnat peščenjak, deloma kremenova zrnca s sljudo
45,50—	49,45 m =	3,95 m	peščen lapor
49,45—	52,50 m =	3,05 m	siv peščenjak, deloma kremenova zrnca s sljudo
52,50—	54,66 m =	2,16 m	lapor
54,66—	61,00 m =	6,34 m	siv, debelozrnat peščenjak, pretežno kremenova zrnca
61,00—	61,21 m =	0,21 m	glinast lapor
61,21—	64,20 m =	2,99 m	siv, debelozrnat kremenov peščenjak
64,20—	65,40 m =	1,20 m	peščenoglinast lapor
65,40—	66,95 m =	1,55 m	siv, drobnozrnat peščenjak
66,95—	76,50 m =	9,55 m	drobnozrnat, rahlo zlepljen peščenjak
76,50—	81,35 m =	4,85 m	peščena glina z rastlinskimi ostanki
81,35—	82,35 m =	1,00 m	siv, drobnozrnat kremenov peščenjak s sljudo
82,35—	85,40 m =	3,05 m	peščena glina
85,40—	85,70 m =	0,30 m	siv kremenov peščenjak s sljudo
85,70—	86,82 m =	1,12 m	gline in peski
86,82—	86,95 m =	0,13 m	siv peščenjak
86,95—	90,75 m =	3,80 m	glinast lapor
90,75—	93,75 m =	3,00 m	siv, drobnozrnat peščenjak
93,75—	95,44 m =	1,69 m	pesek, lapor, glina
95,44—	98,62 m =	3,18 m	siv lapor
98,62—	102,04 m =	3,42 m	siv, trd peščenjak, apneno vezivo
102,04—	106,27 m =	4,23 m	siv, debelozrnat peščenjak, apneno vezivo
106,27—	111,58 m =	5,31 m	siv lapor
111,58—	120,49 m =	8,91 m	siv, debelozrnat peščenjak, apneno vezivo
120,49—	131,59 m =	11,10 m	siv lapor
131,59—	207,70 m =	76,11 m	siv lapor z mnogoštevilnimi odlomki školjk in polžev
207,70—	209,39 m =	1,69 m	siv, drobnozrnat peščenjak
209,39—	216,40 m =	7,01 m	siv lapor z mnogoštevilnimi odlomki školjk in polžev
216,40—	243,00 m =	26,60 m	siv lapor
243,00—	243,20 m =	0,20 m	siv, drobnozrnat peščenjak brez reakcije na HCl
243,20—	249,10 m =	5,90 m	siv, drobnozrnat peščenjak s številnimi ostanki polžev in školjk
249,10—	256,30 m =	7,20 m	konglomerat z vložki laporja, s številnimi ostanki školjk in polžev
256,30—	285,00 m =	28,70 m	siv lapor
285,00—	298,40 m =	13,40 m	siv peščen lapor z mnogo sljude
298,40—	300,37 m =	1,97 m	siv, svetlejši peščen lapor z mnogo sljude
300,37—	303,74 m =	3,37 m	siv lapor z belimi kalcitnimi žilicami
303,74—	306,62 m =	2,88 m	siv lapor z belimi kalcitnimi žilicami
306,62—	325,75 m =	19,13 m	siv lapor

- 325,75—327,25 m = 1,50 m siv lapor s tanko belo žilico kalcita
 327,25—345,24 m = 17,99 m siv lapor
 345,24—375,70 m = 30,46 m siv lapor z malo sljude
 375,70—425,57 m = 49,87 m siv lapor s tankimi polami belega apnenega
 peščenjaka
 425,57—431,77 m = 6,20 m siv lapor s fosilnimi ostanki
 431,77—438,50 m = 6,73 m siv lapor s precej sljude
 438,50—439,50 m = 1,00 m sivkasto zelen apnenec s fosilnimi ostanki
 439,50—445,49 m = 5,99 m siv lapor, v spodnjem delu s fosilnimi ostanki
 445,49—446,29 m = 0,80 m siv lapor
 446,29—446,86 m = 0,57 m temnosiva lapornata glina
 446,86—452,39 m = 5,53 m siv lapor
 452,39—453,14 m = 0,75 m siv lapor, v spodnjem delu fosilni ostanki
 453,14—454,09 m = 0,95 m siv glinast lapor
 454,09—454,29 m = 0,20 m siv lapor s fosilnimi ostanki
 454,29—464,99 m = 10,70 m siv lapor
 464,99—466,70 m = 1,71 m temnosiv lapor
 466,70—470,35 m = 3,65 m temnosiv lapor s fosilnimi ostanki
 470,35—491,00 m = 20,65 m siv lapor
 491,00—491,50 m = 0,50 m siv lapor s tankimi polami belega apnenega
 peščenjaka
 491,50—491,70 m = 0,20 m zelenkast peščen apnenec z ostanki litotamnij,
 foraminifer in koral
 491,70—506,10 m = 14,40 m siv lapor z belimi kalcitnimi žilicami
 506,10—511,20 m = 5,10 m siv apnen lapor
 511,20—513,00 m = 1,80 m temnosiv apnen lapor
 513,00—513,90 m = 0,90 m temnosiv apnen lapor z vložki apnenih alg
 513,90—521,00 m = 7,10 m siv lapor s kalcitno žilo
 521,00—524,45 m = 3,45 m peščen apnenec s kalcitno žilo
 524,45—530,80 m = 6,35 m temnosiv lapor, precej apnen
 530,80—534,05 m = 3,25 m nekoliko svetlejši apnen lapor s sljudo
 534,05—551,10 m = 17,05 m temnosiv apnen lapor
 551,10—556,50 m = 5,40 m siv lapor s kalcitnimi žilicami
 556,50—573,05 m = 16,55 m siv lapor z vložki apnenca
 573,05—576,20 m = 3,15 m temnosiv lapor
 576,20—576,70 m = 0,50 m svetlosiv apnen lapor s kalcitno žilo
 576,70—579,50 m = 2,80 m apnenec s kalcitno žilo
 579,50—588,90 m = 9,40 m siv lapor z apnenimi algami
 588,90—589,60 m = 0,70 m lapor, prehod od sivega z zelenkastimi vključ-
 ki k svetlosivemu apnencu
 589,60—591,10 m = 1,50 m svetlosiv apnenec
 591,10—593,00 m = 1,90 m svetlosiv apnenec z razpoko, ob kateri je
 tanka svetlozelena milonitska pola
 593,00—594,20 m = 1,20 m siv, zdrobljen apnenec
 594,20—604,15 m = 9,95 m svetlosiv apnenec
 604,15—605,80 m = 1,65 m svetlosiv dolomit zrnate strukture in nekoliko
 piritiziran

- 605,80—608,40 m = 2,60 m apnen pesek, vmes svetlosivi debelejši dolomitni prodniki
- 608,40—614,40 m = 6,00 m apnen pesek, vmes večji nezaobljeni dolomitni in laporasti odlomki
- 614,40—618,50 m = 4,10 m svetlosiv, drobnnozrnat apnen pesek
- 618,50—619,50 m = 1,00 m svetlosiv dolomit, po razpokah nekoliko reagira s HCl
- 619,50—627,90 m = 8,40 m svetlosivi dolomitni prodniki, 2 r = 2 cm, v spodnjem delu svetlosiv dolomit
- 627,90—657,40 m = 29,50 m dolomit

Stratigrafski profil vrtine je sledeč: 0,00—256,30 m sarmat, 256,30 do 589,60 m laški lapor z vložki litavskega apnenca, 589,60—657,40 m srednjetriadni apnenec in dolomit. Pri povprečnem vpadu 30—40° je prava debelina sarmata 181—222 m, laškega laporja z vložki litavskega apnenca 235—288 m. Skupna debelina miocenskih skladov je torej 416—510 m. V horizontu laškega laporja in litavskega apnenca odločno prevladuje laški lapor, ki vsebuje v raznih globinah le štiri tanjše vložke litavskega apnenca, katerih skupna debelina ne doseže niti 10 m. Vrtina je bila zastavljena z namenom, da se ugotovi, ali segajo produktivni oligocenski skladi severnega krila v sredino kadunje. Profil vrtine kaže, da leže tudi tu miocenski skladi neposredno na triadi.

Vrtina Trnovo

Nadmorska višina: 370 m.

Začetek vrtanja: 21. novembra 1950.

Konec vrtanja: 12. decembra 1951.

- 0,00— 41,00 m = 41,00 m rahlo zlepljeni peski z apnenim vezivom
- 41,00— 73,00 m = 32,00 m siv peščenjak, rahlo zlepljen z apnenim vezivom
- 73,00— 91,00 m = 18,00 m siv peščenjak, apneno vezivo
- 91,00—119,00 m = 28,00 m svetlosiv, trd kremenov peščenjak, vezivo apneno
- 119,00—137,50 m = 18,50 m siv kremenov peščenjak, vezivo apneno
- 137,50—140,00 m = 2,50 m svetlosiv, trd kremenov peščenjak, vezivo apneno
- 140,00—151,00 m = 11,00 m sivkast, mehkejši kremenov peščenjak, vezivo apneno
- 151,00—176,00 m = 25,00 m siv glinast lapor
- 176,00—258,00 m = 82,00 m siv lapor
- 258,00—261,00 m = 3,00 m temnosiv apnenec z algami
- 261,00—262,00 m = 1,00 m temnosiv apnenec z algami in drobnnozrnat peščenjak z apnenim vezivom
- 262,00—263,20 m = 1,20 m temnosiv, debelozrnat apnenec, vmes pole 3 do 10 cm temnosivega laporja
- 263,20—265,00 m = 1,80 m temnosiv apnenec, vmes pole temnosivega laporja

265,00—266,50 m =	1,50 m	siv, debelo-zrnat apnenec, v globini 265,9 m je 1 cm debela kalcitna žila
266,50—267,50 m =	1,00 m	svetlosiv, debelo-zrnat, močno razpokan apnenec s kalcitnimi žilami
267,50—268,00 m =	0,50 m	isti apnenec kot prej s tanko polo temnosivega laporja
268,00—276,00 m =	8,00 m	izmenoma debelo- in drobnnozrnat apnenec s tankimi vložki laporja in apnenega peščenjaka
276,00—277,00 m =	1,00 m	peščenjak z apnenim vezivom in vložki temnosivega laporja
277,00—280,00 m =	3,00 m	apnenec z algami
280,00—293,00 m =	13,00 m	zrnat apnenec
293,00—296,30 m =	3,30 m	siv, trd lapor s sljudo
296,30—297,00 m =	0,70 m	zrnat apnenec z algami
297,00—345,70 m =	48,70 m	siv, trd lapor s sljudo
345,70—403,00 m =	57,30 m	svetlejši lapor s sljudo
403,00—434,00 m =	31,00 m	siv, trd lapor s sljudo
434,00—449,00 m =	15,00 m	siv, trd lapor s kalcitnimi žilicami
449,00—459,00 m =	10,00 m	siv, trd lapor
459,00—460,00 m =	1,00 m	temnosiv lapor z ribjimi luskami
460,00—462,80 m =	2,80 m	temnosiv lapor
462,80—463,00 m =	0,20 m	zelenkastosiv, zrnat apnenec
463,00—471,80 m =	8,80 m	temnosiv lapor z algami
471,80—481,40 m =	9,60 m	temnosiv lapor
481,40—482,00 m =	0,60 m	sivkast, zrnat apnenec z algami
482,00—489,00 m =	7,00 m	siv lapor
489,00—501,00 m =	12,00 m	siv, trd lapor
501,00—505,00 m =	4,00 m	siv, trd lapor z odlomki školjk iz rodu <i>Pecten</i>
505,00—530,00 m =	25,00 m	siv, trd lapor s tektonsko drso 30°
530,00—530,30 m =	0,30 m	temnosiv, zrnat apnenec
530,30—542,00 m =	11,70 m	temnosiv, trd lapor
542,00—545,00 m =	3,00 m	lapornat apnenec z ostanki rib
545,00—548,40 m =	3,40 m	temnosiv, trd lapor z ribjimi luskami
548,40—558,00 m =	9,60 m	temnosiv, trd laporast apnenec s kalcitno žilo 2 cm
558,00—559,00 m =	1,00 m	belkast apnenec z algami
559,00—564,20 m =	5,20 m	sivkast apnenec z algami
564,20—568,20 m =	4,00 m	temnosiv, zelo trd lapor
568,20—571,20 m =	3,00 m	temnosiv, zelo trd lapor s kalcitnimi žilami
571,20—573,70 m =	2,50 m	rjavkastosiv, zelo trd lapor
573,70—575,00 m =	1,30 m	sivorjav in kompakten lapor, mestoma apnen lapor; vmes tanjše pole z litotamnijami, ostreami in s pekteni (15 cm)
575,00—577,00 m =	2,00 m	temnosiv laporast apnenec s številnimi litotamnijami
577,00—578,50 m =	1,50 m	temnosiv apnen lapor
578,50—579,00 m =	0,50 m	laporast apnenec z litotamnijami in ostreami

579,00—590,00 m = 11,00 m	siv in sivorjav lapor, navzdol prehod v drobnozrnat peščen apnenec
590,00—592,00 m = 2,00 m	peščen apnenec, siv in sivorjav lapor
592,00—597,00 m = 5,00 m	siv in sivorjav lapor, navzgor vedno bolj apnen
597,00—599,00 m = 2,00 m	sivorjav lapor s slabo ohranjenimi lupinami školjk
599,00—603,00 m = 4,00 m	sivorjav lapor; na ca. 602 m pola 0,5 m apnega peščenjaka
603,00—604,20 m = 1,20 m	rjav lapor z zelenkastimi zrnci in s sljudo
604,20—609,00 m = 4,80 m	zelenkast, drobnozrnat, precej zdrobljen apnen peščenjak; spodaj (608 m) 0,5 m debela pola sivega apnenca z litotamnijami
609,00—613,00 m = 4,00 m	siv apnen peščenjak, spodaj peščen lapor
613,00—617,50 m = 4,50 m	apnen peščenjak z zelenkastimi zrnci
617,50—628,20 m = 10,70 m	peščen apnenec z zelenkastimi zrnci prehaja v zrnat temnosiv apnenec z redkimi zelenkastimi zrnci, spodaj ca. 1 m temnosiv apnenec z litotamnijami, s prodniki in z nezaobljenimi drobci kremenca in triadnih kamenin
628,20—637,00 m = 8,80 m	temnosiv in rjav apnenec z litotamnijami in pekteni, z vložki konglomerata
637,00—639,50 m = 2,50 m	temnosiv in sivorjav apnenec z litotamnijami
639,50—651,00 m = 11,50 m	apnenec z litotamnijami in s kalcitnimi žilami, nepravilno razpokan; vmes prehod v trd apnen peščenjak z zelenimi zrnci
651,00—655,00 m = 4,00 m	temnozelen, srednjezrnat peščenjak
655,00—700,00 m = 45,00 m	sivkasto zelen, drobnozrnat peščenjak; zrnca so pretežno kremenova in keratofirova, manj je glaukonitnih in hloritnih zrn; lepilo je drobnozrnat kalcit
700,00—705,00 m = 5,00 m	zelenkast, drobnozrnat, rahlo vezan glavkonitni peščenjak
705,00—712,00 m = 7,00 m	sivkasto zelen peščenjak z zrnci glavkonita in sljude; spodaj prehod v brečast apnenec
712,00—713,50 m = 1,50 m	brečast apnenec z zrnimi rogovci; vsebuje litotamnije in foraminifere
713,50—715,00 m = 1,50 m	zdrobljen dolomit
715,00—718,30 m = 3,30 m	dolomitna breča z apnenim vezivom
718,30—722,80 m = 4,50 m	apneno-dolomitna breča z apnenim vezivom
722,80—733,00 m = 10,20 m	apneno-dolomitni grušč
733,00—824,50 m = 91,50 m	dolomit

Stratigrafski profil vrtine je sledeč: 0,00—151 m sarmat, 151 do 604,20 m laški lapor in litavski apnenec, 604,20—651 m prehod med laškim laporjem in litavskim apnencem ter govškim peščenjakom, 651—733 m govški peščenjak in bazalne tvorbe, 733—824,50 m srednjetriadni dolomit. Pri vpadu 30—45° je skupna prava debelina miocenskih skladov 518 do 635 m; od tega odpade na sarmat 106—130 m, na litavske tvorbe 321 do

393 m, na prehod med litavskimi tvorbami in govškim peščenjakom 33—41 m in na govški peščenjak 58—71 m. V tem profilu je litavski apnenec močnejše zastopan kot v profilu vrtine Sedraž, vendar se lapor in apnenec tako menjavata, da ni možno razlikovati posebnih horizontov litavskega apnenca in laškega laporja.

Sledilni rov v Klenovem

je potekal v smeri S 40° V iz laškega laporja proti sarmatu. Na velikem odvalu pred rovom najdemo samo siv lapor.

Krajši sledilni rov je na severnem pobočju Kozice. Drugih podatkov o teh dveh rovih nisem mogel dobiti.

IV

TEKTONIKA

Raziskano terciarno ozemlje je v glavnem sinklinalno; os kadunje poteka v smeri vzhod—zahod. Analogno sinklinalno zgradbo ima tudi predterciarna podlaga kadunje. V geološki literaturi se navadno imenuje laška sinklinala, ki jo na severu spremlja trojanska, na jugu litijska antiklinala. Obe antiklinali in sinklinala tvorijo skupaj tako imenovane »Posavske gube«. Jedro antiklinal tvori karbon, nad njim slede permski in triadni skladi.

V južnem krilu kadunje nahajamo še nadaljnje antiklinalne izbokline. To dokazuje antiklinala litavca sredi laškega laporja pri vasi Turje ter lega govškega peščenjaka v rovu pri Peklu. Tudi v severnem krilu obstajajo podobne stranske antiklinale. V hrastniškem revirju so nakazane s »kopami« premoga, dalje proti vzhodu so izoblikovane prave gube.

Sinklinala terciarnih skladov je asimetrična. Severno krilo je strmo, često zadenemo na vertikalno ali celo prevrnjeno lego. V južnem krilu je naklon plasti povečini manj strm; na nekaterih mestih pa doseže vpad plasti tudi tu 60° in celo več. Kadunja doseže v prečnem profilu preko Turja in Uničnega največjo širino 4 km. Od tega odpade okrog 1,2 km na severno krilo in 2,8 km na južno krilo. Pri tem je treba upoštevati, da segajo miocenski sedimenti preko oligocenskih neposredno na predterciarno podlago. To opazujemo najprej že pri govškem peščenjaku, nato pa še bolj izrazito pri litavskem apnencu, ki se posebno v južnem krilu kadunje razširi tudi preko spodnjemiocenskih skladov daleč na triadne apnenice in dolomite. To kaže na postopno transgresivno razširitev morja v spodnjem in srednjem miocenu. Zaradi te transgresivne lege nahajamo litavec ponekod visoko na današnjih hribih. Ob južnem robu kadunje doseže med kotama 885 in 898, kjer se zajeda najdalje proti jugovzhodu v triadno ozemlje, višino skoraj 900 m. V isti višini ga najdemo tudi na Bohorju ob severnem robu senovske terciarne kadunje. Pestre facialne razlike miocenskih sedimentov dokazujejo, da se je globina morja zaradi premikanj tal večkrat menjala.

Na podlagi transgresije sklepamo, da je imel zgornjeoligocenski zaliv manjši obseg in drugačno obliko kakor miocenski. Vendar je bila tudi oligocenska kadunja prvotno širša, kakor je danes, a se je pozneje zožila zaradi gubanja in narivov. Južni rob oligocenske kadunje še ni z gotovostjo določen. Vrtini jugovzhodno od vasi Sedraž in južno od vasi Trnovo sta oddaljeni od severnega roba terciarne kadunje 800 do 1000 m, od južnega roba pa 1800 do 2000 m. Profila obeh vrtin kažeta, da leži tam miocen neposredno na triadi.

Če predpostavljamo, da so v severnem krilu kadunje podobne geološke razmere tudi zahodno od tod, kjer je kadunja najširša, sega miocenska transgresija v profilu Unično—Turje vsaj 2800 m preko južne meje oligocena. Zato je razumljivo, da ob južnem robu kadunje med Hrastnikom in Laškim ni izdankov soteških skladov.

Sinklinalna gradnja ozemlja je bila na mnogih mestih porušena. V glavnem lahko razlikujemo dva sistema porušitev. Prve potekajo prečno na smer plasti, t. j. v smeri sever—jug, druge pa v smeri plasti vzhod—zahod.

Že Bittner je poudaril, da so prečne dislokacije dobro naznačene s prečnimi dolinami, n. pr. Dolski potok, Kristandolski potok, potok Breznica, Sevški potok itd.; analogne prečne porušitve omejujejo tudi raziskano ozemlje na vzhodu in zahodu vzdolž Savinje in Bobna. Iz Tellerjeve geološke karte se vidi, da so ob teh dislokacijskih linijah posamezni členi plasti premaknjeni drug proti drugemu.

Preriv ob Dolskem potoku ima smer sever 20—30° zahod. Temu prerivu sledimo še daleč preko severnega roba terciarne kadunje. Isti (ali bližnji vzporedni) preriv je dobro nakazan z opisanim dolinskim kotlom v Jesenovcu. Na severnovzhodnem robu te doline vidimo v litavcu številne navpične drsne ploskve s smerjo sever 30° zahod, ob katerih so se izvršili prerivi. Tudi iz rova v Peklu so nam znane ustrezne porušitve. Ena od takih reže dolomit (c, č); tudi tektonske meje med domnevnimi krovnimi laporji (j) in litavcem (k) kakor tudi med tem in litavskim konglomeratom (n) potekajo v tej smeri. Medsebojno razmerje plasti, ki tu meje v tektonskih kontaktih druga na drugo, kaže pomembne višine preskokov ob dislokacijah.

Ostali prečni prerivi so manj značilni; bržkone ne segajo do južnega krila.

Drug sistem prerivov ima smer vzhod—zahod, t. j. smer plasti. Vzdolžne dislokacije so znane tako v severnem kakor tudi v južnem krilu kadunje.

V južnem krilu so razmere nekoliko enostavnejše. V dolomitnih kamnolomih v soteski Brnice vidimo ob takih vzdolžnih porušitvah litavec stisnjen med triadni dolomit. Tudi enolična stena litavskega apnenca v opuščenem kamnolomu kemične tovarne na desnem bregu Brnice je drsna ploskev, ki naznačuje vzdolžni preriv.

Omenili smo že, da med Hrastnikom in Peklom na površini ni laškega laporja, ki sicer nastopa v južnem krilu kadunje. Po izsledkih vrtine Dol 3 vemo, da je ta lapor v globini močno razvit. To vodi do domneve, da se je sredina kadunje ob vzdolžni porušitvi pogreznila, z njo tudi

laški lapor. Z južnega krila je laški lapor na tem mestu erodiran. Te razmere so shematično predstavljene na priloženi 1. sliki: Prerez skozi vrtino Dol 3 in rov v Peklu.

Vzporedne vzdolžne dislokacije je odkril tudi rov v Peklu. Eden od teh prerivov tvori mejo med dolomiti (e) in psevdofiljskimi skladi (f). Vzdolžni preriv je verjetno spremenil tudi prejšnjo prečno dolino v današnji zaprti kotel pri Jesenovcu.

Značilno sliko vzdolžne dislokacije predstavlja ožina potoka Breznice, ki je vrezana v ploščaste dolomitizirane apnence hriba Kozice. Samo tako se pojasnjuje dejstvo, da je potok vrezal svojo strugo v trdnejše triadne kamenine in ne v mnogo mehkejši terciar, ki obkroža triadni otok. V globeli zahodno od mlina Selič je ob meji dolomita in laškega laporja, ki je tu bogat z apnencem, videti v laporju mnogo drsnih ploskev smeri vzhod—zahod. Ob tem prerivu se je pogreznilo južno krilo. Tektonska narava te meje je nadalje dokazana tudi s tem, da so odkrili gnezdo dolomitnega grušča, vgnetenega v laški lapor blizu njegove meje v zaseki za hlevom pri kamnolomu.

Kljub mnogim podatkom obsežnih rudarskih sledilnih in odkopnih del tektonska zgradba severnega krila kadunje še ni pojasnjena.

V hrastniškem revirju pada premogov sloj strmo proti jugu. Približno v višini IV. obzorja (okrog + 170 m) je sloj porušen z vzdolžnim prerivom. Južno leži potem zelo poševno, ponekod se dvigne celo nad II. obzorje (okrog + 230 m). Take antiklinalne vzbokline so značilne za ves hrastniški revir; imenujejo jih »kope«. To so ploščati antiklinalni pasovi, ki so bili razkosani s prečnimi prelomi.

Še dalje proti jugu je premogov sloj zopet prekinjen po vzdolžnih porušitvah s strmim severnim vpadom. Kot so pokazala pripravljajna dela v nižjih obzorjih hrastniškega revirja, je višina teh prerivov majhna; znaša komaj 10—20 m. Vedno je pogreznjeno južno krilo.

V polju D so na V. obzorju (okrog + 140 m) zadeli s preiskovalno progo v premogu za vertikalno vzdolžno porušitvijo zopet na krovni lapor. Višina preskoka tu ni znana, lahko pa jo cenimo po izsledkih vrtine Brnica 3. Ta vrtina leži okrog 100 m južno od te porušitve; od našega profila je oddaljena okrog 500 m proti vzhodu, t. j. v smeri plasti. Ker leži v vrtini sloj premoga med višinama — 22 m in — 50 m, znaša skupna višinska razlika okrog 160 m. Del te razlike nastane zaradi južnega vpada sloja; pomembnejši del pa brez dvoma odpade na višino preskokov ob vzdolžnih prelomih.

Približno pri najvišjih etažah zasipnega kopa v Hrastniku opazujemo večji vzdolžni prelom, ki ga lahko zasledujemo tudi dalje proti vzhodu prav do Savinje. Karakterizira ga pas keratofira in litavskega apnenca pod soteškimi skladi. Skozi ta prelom je prodril v wengenskem oddelku ladinske stopnje kremenov keratofir.

Pozneje so se v tej labilni coni terciarni skladi s triadno podlago vred nagubali in dvignili. Pri tem se je vzdolžni prelom iz triadnih skladov podaljšal navzgor v terciarne plasti. Ob prelomni ploskvi se je južno krilo preloma — soteški in nad njimi ležeči miocenski skladi — narinilo na severno, t. j. na litavski apnenec, ki je ležal na triadni podlagi. Tako je

prišel litavec pod soteške sklade. Ker pa ta pas litavca ni sklenjen, je bil verjetno apnenec na nekaterih mestih izrinjen in pozneje denudiran. Posamezni otoki litavskega apnenca, ki so ohranjeni na triadni podlagi ob severnem robu kadunje, predstavljajo podobne denudacijske ostanke, kakršne najdemo tudi ob južnem robu kadunje. Na nekaterih mestih, n. pr. na južnem pobočju Šmihela in proti koti 635, pa se je litavec pri teh premikanjih vrnil med soteške sklade. 2. slika in pripadajoči profili 2 a, 2 b in 2 c skozi polje Kuretno kažejo, kako so se plastične soteške plasti deformirale ob grudi litavskega apnenca. Pri teh premikanjih je nastala brečasta kamenina — označena kot peščenjak — ki se je vgnatla med apnenec, soteške sklade in keratofir.

Pri teh premikih je bila udeležena tudi triadna podlaga. V rovu Barbara si slede plasti od severa proti jugu takole:

102 m psevdofiljskega skrilavca in peščenjaka

120 m keratofira

68 m litavskega apnenca

18 m keratofira

18 m litavskega apnenca

soteški skladi

Ponovitev keratofira in litavskega apnenca daje vtis luskaste zgradbe.

Nariv soteških skladov na litavski apnenec je zagovarjal že Hoernes (1890). Tudi Petrascheck (1926/29) govori o premikanjih nad in pod litavcem ter o luskasti zgradbi.

Narivi niso omejeni samo na ožje področje Hude jame, kjer so bili posebno pojasnjeni z rudarskimi deli. Proti zahodu jih opazujemo pri koti 635. Možno je tudi, da je bila talna glina hrastniških zasipnih kopov narinjena na litavski apnenec. Nariv oligocenskih skladov na litavski apnenec je pokazala tudi vrtina Plesko v revirju Ojstro zahodno od Hrastnika. Profil te vrtine kaže:

0,00—227,00 m laški lapor in litavski apnenec

227,00—294,00 m krovni lapor

294,00—326,00 m temnosivi skrilavec brez reakcije na HCl

326,00—336,80 m premog

336,80—339,80 m zdrobljen krovni lapor

339,80—347,55 m zdrobljen premog

347,55—355,90 m litavski apnenec

Ponovitev krovnega laporja in premoga dokazuje tudi premike v samih produktivnih skladih. Tudi v Hudi jami so v severnem krilu kadunje posamezni prečni rovi odkrili večkratno ponavljanje talne gline, premoga in krovnega laporja. Tu nahajamo tudi leče premoga, ki so od vseh strani obdane s krovnim laporjem.

S pomočjo priloženega, nekoliko poenostavljenega profila skozi jašek Liša naj pojasnimo razmere (3. slika).

Med produktivno formacijo ter psevdofiljskimi skladi s kremenovim keratofirom nastopa litavski apnenec, ki vpada pod kotom 50—60° proti

jugu. Nad litavcem leži ob narivni ploskvi »peščenjak«. O njegovem tektonskem izvoru smo že govorili.

Prečni rovi, ki gredo od jaška proti jugu, pojasnjujejo tektonsko zgradbo produktivnih plasti. Z rovoma na II. in V. horizontu so trikrat odkrili sloj premoga, ki so ga na rudniku označili po njegovi legi kot severni, srednji in južni sloj. Ti sloji so najčešče razviti kot podolgovate leče premoga. Ponekod jih zastopa le tanka plast premoga, ki ni vredna odkopavanja; ponekod pa manjka vsaka sled premoga med krovino in talnino. V nekaterih jamskih poljih je odkopavanja vreden samo severni sloj.

Med severnim in srednjim slojem sta rova šla skozi krovni lapor, med srednjim in južnim pa skozi talno glino. Slično lego plasti so ugotovili tudi z rovoma na III. horizontu 50 m vzhodno od jaška in na IV. horizontu 80 m zahodno od jaška. To razmerje med posameznimi sloji ustreza gubi enega in istega premogovega sloja, sinklinali na severu, antiklinali na jugu (izoklinalna guba s paralelnima krakoma). Kako globoko sega južno krilo, še ni raziskano; na V. horizontu je še znano, čeprav komaj kot tanka sled premoga.

Kot moremo sklepati po razmerah na površini, leže tu nad zgornje-oligocenskimi skladi govški peski in peščenjaki, potem sledi litavski apnenec in laški lapor.

Če primerjamo tektonsko zgradbo produktivnih plasti v profilu jaška Liša z razmerami v Hrastniku, spoznamo nekatere skupne poteze. Guba, ki je bila v Hrastniku komaj naznačena s kopami, je v laškem revirju dobro izoblikovana.

Kako daleč segajo gube v produktivnih plasteh? Jamska dela vzhodno od polja Liša ne dajo odgovora na to vprašanje, ker so tam odkopavali samo eno krilo gube, navadno severni sloj.

Te gube in luske ter narivi soteških plasti na litavski apnenec so brez dvoma mlajši kot litavec. Ker pa ta v raziskanem ozemlju nastopa v konkordantni legi z laškim laporjem in sarmatskimi skladi, jih moramo časovno opredeliti v postsarmat, ko je bilo glavno gubanje Posavskih gub.

GEOLOGICAL MAPPING OF THE AREA BETWEEN HRASTNIK AND LAŠKO

On the area between Hrastnik and Laško prospecting and mining have been mainly confined to the northern wing of the basin whereas the southern one has been explored in a limited extent only. In the years 1939 and 1940 geological maps of the Tertiary region located between the Savinja River and the Boben Brook, were drawn by the late Dr. Ing. Munda whose task had been to give the geologic basis for an extension of prospecting to the southern wing of the region mentioned above. Concurrently the Pre-Tertiary substratum of the basis was conscientiously mapped.

The oldest formation occurring mainly at the northern and, to a lower extent, at the southern edge, of the mapped region, belongs to

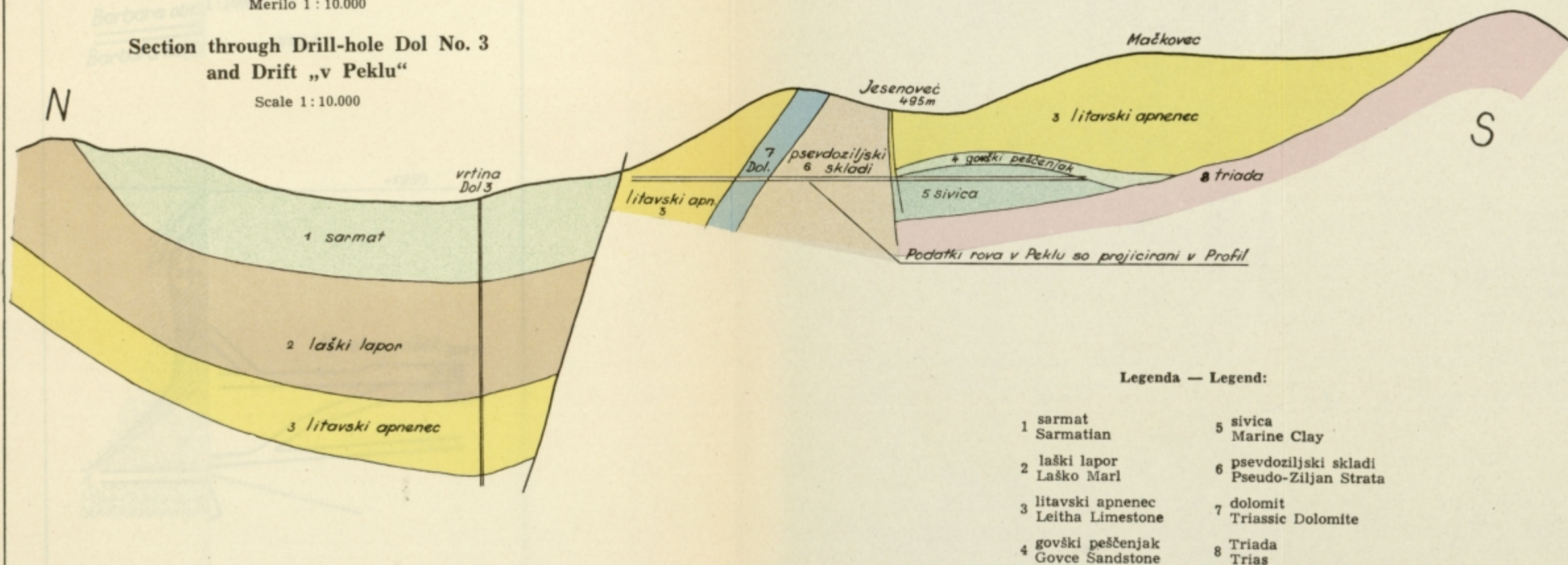
1. slika — Fig. 1.

Prerez skozi vrtino Dol 3 in rov v Peklu

Merilo 1 : 10.000

Section through Drill-hole Dol No. 3
and Drift „v Peklu“

Scale 1 : 10.000



Munda: Kartiranje med Hrastnikom in Laškim

Površinska in jamska situacija polja Kuretno

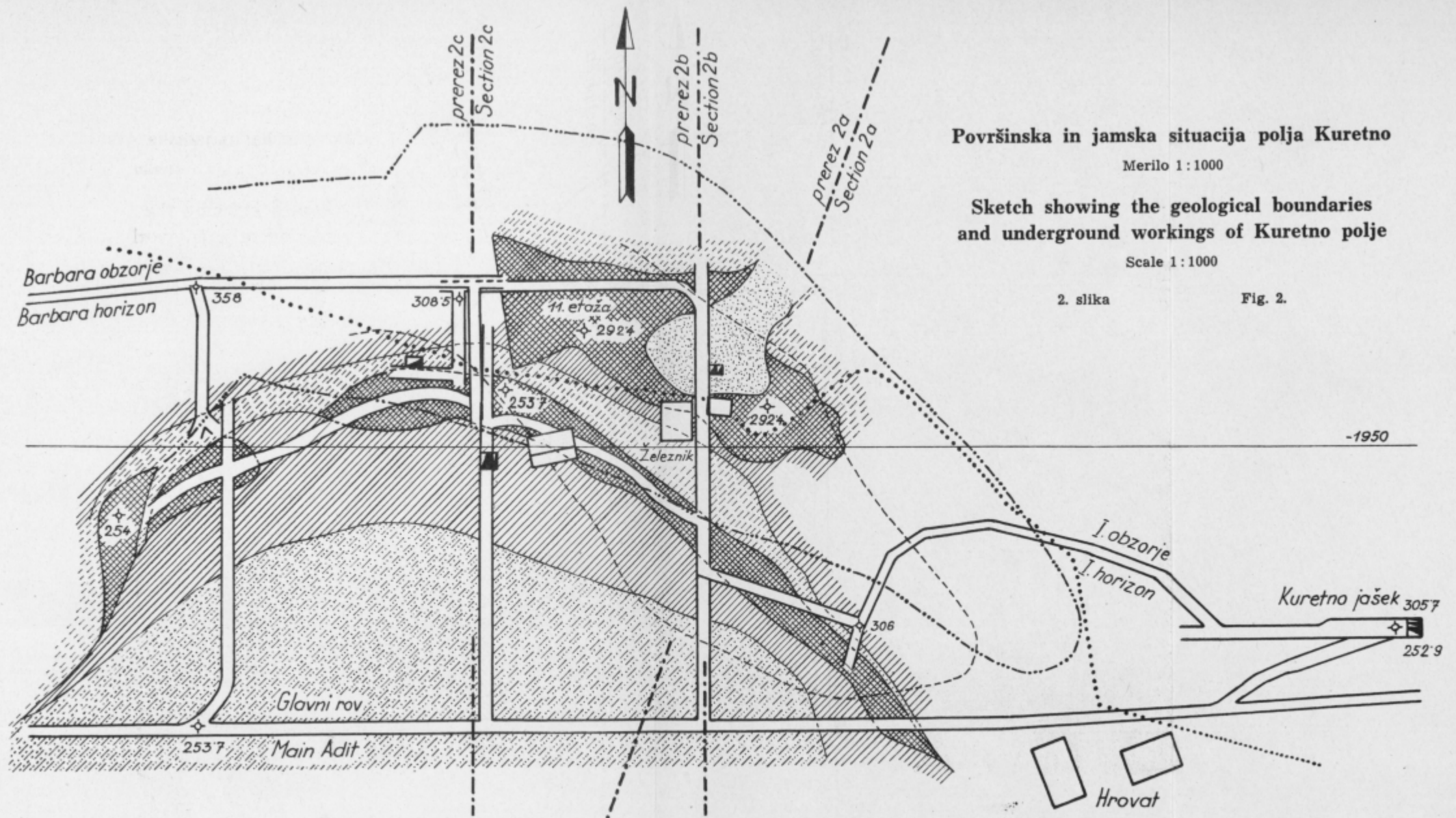
Merilo 1:1000

Sketch showing the geological boundaries
and underground workings of Kuretno polje

Scale 1:1000

2. slika

Fig. 2.



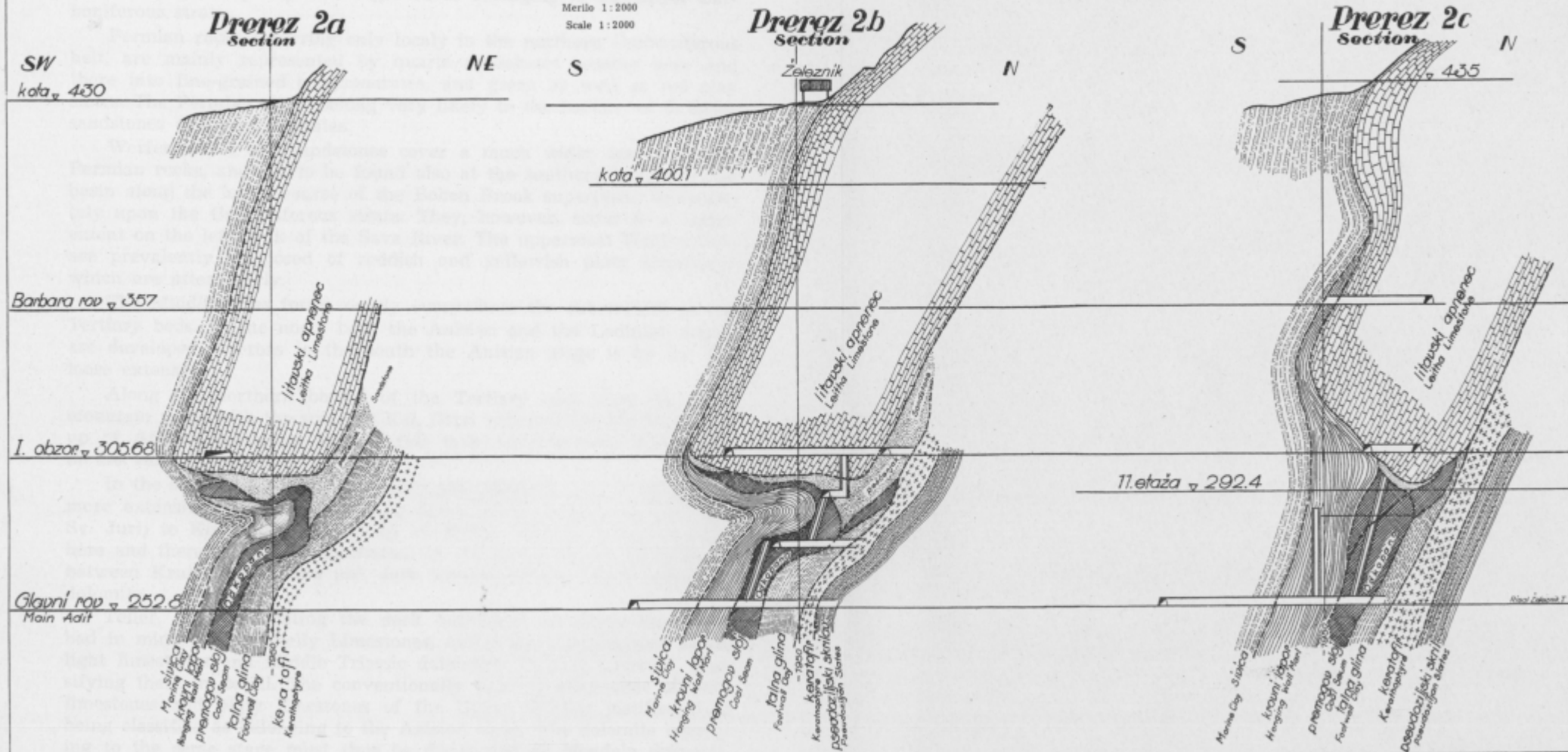
Legenda — Legend:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. odkopano
Excavated | 5. »peščenjak«
»Sandstone« |
| 2. sivica
Marine Clay | 6. meja litavca na površini
Boundary of Leitha Limestone on the Surface |
| 3. krovni lapor
Hanging Wall Marl | 7. meja litavca na Barbara obzorju
Boundary of Leitha Limestone on the Barbara Horizon |
| 4. talna glina
Footwall Clay | 8. meja litavca na I. obzorju
Boundary of Leitha Limestone on the I. Horizon |

2.a slika. Fig. 2a.

Prerezi skozi Kuretno polje
Sections through Kuretno polje

Merilo 1:2000
Scale 1:2000



Munda Kartiranje med Hrastikom in Lukin

the Carboniferous. Lithologically it is composed of thin-bedded black clay slates with small mica flakes on the bedding planes. There are intercalations of gray quartz sandstone and mica between the slate beds. Sandstones sometimes pass into fine-grained quartz conglomerates containing intercalations of clay slates.

No fossil remains having been found in these strata, a classification as to their age has been impossible. In the light, however, of a petrographic comparison with similar strata occurring elsewhere in the southern Alps, they might be regarded as belonging to the Upper Carboniferous strata.

Permian rocks occurring only locally in the northern Carboniferous belt, are mainly represented by quartz sandstones passing here and there into fine-grained conglomerates, and green as well as red clay slates. The Permian rocks belong very likely to the horizon of Gröden-sandstones and conglomerates.

Werfen slates and sandstones cover a much wider area than the Permian rocks, and are to be found also at the southern border of the basin along the lower course of the Boben Brook superposed immediately upon the Carboniferous strata. They, however, occur to a larger extent on the left bank of the Sava River. The uppermost Werfen beds are prevalently composed of reddish and yellowish platy limestones which are often marly.

The Middle Trias forms nearly everywhere the substratum of the Tertiary beds. In the north both the Anisian and the Ladinian stages are developed whereas in the south the Anisian stage is by far the more extensive.

Along the northern border of the Tertiary area runs the main mountain ridge with the summits Kal, Ostri vrh, and Govški hrib, built up of Anisian dolomites. Besides this main outcrop two others occur in the valley of Rečica.

In the south the Anisian limestone and dolomite area is by far the more extensive. The belt spreading from Kovk, over Šavna peč and Sv. Jurij to Koprivnik, is built up of Middle Triassic dolomites with here and there light gray limestones. In the valley of the Sava River, between Krnice and Šavna peč, dark limestones are found under the dolomite.

Teller, who designating the dark limestones as shelly limestones had in mind Alpine Shelly Limestones, called the superimposed strata light limestones and Middle Triassic dolomites without, however, classifying them in detail. The conventionally parallel occurrence of dark limestones and platy limestones of the Upper Werfen justifies their being classified as belonging to the Anisian stage. The dolomite belonging to the same stage must thus be designated as Mendola dolomite.

The rocks of the Ladinian stage bear such a striking resemblance with the Upper Carboniferous sediments, that older investigators have designed as Ziljan strata; hence they have been called "Pseudo-Ziljan" strata. In the area between Hrastnik and Laško, however, these two

types of strata can be readily distinguished not only by their relative stratigraphic position but also by two other peculiarities: firstly, the Pseudo-Ziljan slates and sandstones show intercalations of dark gray platy limestone interlaced with thin white calcite-veins; secondly, the Pseudo-Ziljan strata are found in conjunction with magmatic rocks.

Magmatic rocks are mainly confined to a narrow strip along the northern border of the basin. The main belt beginning east of the village Govce, stretches as far as Laško forming here the immediate substratum of the Tertiary beds. In the continuation of this belt west of Govce, only small lenses of eruptive rock are to be found.

The rock is partly green and partly red. Sometimes red coloring is primary, sometimes it might have been effected by weathering. The rock shows an uneven or conchoidal fracture and has been tectonically so modified that hit with a hammer it falls to sharp-edged pieces. Crumbling renders mining difficult, for, cavings in the roof are a frequent occurrence.

The rock has been given different names by different authors. Stur (1871, 596) denominated it hornfelstrachyte. Bittner who gave it no definite name, stressed its connection with the Pseudo-Ziljan strata. Teller has entered the rock into his map of Celje—Radeče, as hornfelstrachyte, whereas Petrascheck (1926—29, 329) called it andesite. In his glossary to the geologic map of the neighboring Mozirje region, Teller (1898, 158) distinguishes two essentially different groups of magmatic rocks: the first comprises andesites in the Lower Miocene strata, called younger hornfelstrachytes by Stur; the second group comprises older hornfelstrachytes occurring in the Triassic Wengen strata. V. V. Nikitin who made a microscopic examination of the rocks of Šmihel above Laško and Velika Pirešica near Celje, has found them to be typical quartz keratophyres.

The age of the two rocks can be, at least roughly, determined in the light of the fact that andesite occurs in the Tertiary Lower Miocene strata and keratophyre in the Triassic Wengen strata. Concomitantly with either rock respective tuffs are found.

Metamorphosis of the rocks found in the explored area, had not been effected by effusive volcanic activity. Intensive silification of platy limestones might have been effected rather by post-volcanic hydrothermal processes than by direct volcanic activity.

Between Hrastnik and Laško the Triassic strata are brought to an end by Wengen; Dachstein limestones as well as the Jurassic and Cretaceous strata, are not developed here.

Tertiary strata begin with the Upper Oligocene, i. e. coalbearing Soteska strata.

Coal seams divide this formation into three parts:

hanging wall,
coal seam,
footwall.

At Trbovlje and Zagorje the Triassic substratum is usually overlain by the gravely clay of the footwall. Here and there pebbles are cemented to conglomerates. In the upward direction the pebbles become gradually less numerous. In the upper parts of the footwall occurs a light-gray clay, called the white footwall upon which dark clay — the black footwall — is superposed. This normal section, however, is disturbed at Hrastnik and Laško. In spite of extensive exposures in the mine of Hrastnik, where especially in winter waste for filling is mined, the elsewhere typical sequence of strata could not be observed. At the upper incline the Pseudo-Ziljan strata are covered by a thinbedded clay devoid of sand or pebbles, only slightly reacting to hydrochloric acid. At several points of the basin the Pseudo-Ziljan strata are covered by Leitha limestone upon which light gray plastic clays are superposed. It would seem that these clays had been shifted upon the footwall by the same movements which had thrust the Leitha limestone under the Upper Oligocene. The original sections of the footwalls at Hrastnik and Huda jama, however, had been similar to that at Trbovlje. The so-called black footwall gradually grades into a coal seam which consequently contains waste in its lower part. The upper part of the seam, however, is relatively pure. The coal seam of Hrastnik is divided into several seams by thinner but constant sand and clay intercalations. The coal seam at Huda jama is tectonically very shattered; it often thickens to considerable lenses which, however, soon dwindle to mere traces between the hanging wall and the footwall. Here, too, waste, intercalations are relatively frequent.

At Hrastnik coal rich in ashes, called "combustible slate" by the miners, is found all along the line at which the coal seam passes into the hanging wall. This is succeeded by a brownish gray underneath soft and clayish, on the top hard, layer of calcareous marl. Both represent the lacustrine marls found in the hanging wall of Trbovlje. As to the marine marl which at Trbovlje is overlying that of the lacustrine origin, Bittner reports that it has been found extending not farther than to the Dol Brook. On the dump at Jožefa-adit at Huda jama a greenish gray clayey marl with fossil remains of *Chenopus trifailensis* Bittn. and *Corbula gibba* Olivi, has been found. The marine marl on the dump has been brought there from the old stopes in the crosscut which has been driven from Jožefa-adit. This is an evidence that sea marls of the hanging wall are spreading eastwards across the Dol Brook.

Nearly the whole area of the Tertiary basin is covered by marine and brackish Miocene sediments. The outcrops of older strata are found only at the northern and southern border of the basin. The marine sediments are in their lower part clayey sandy and in the upper calcareous marly. Brackish sediments being composed of clays, sands, sandstones, limestones, and marls, it is sometimes difficult to distinguish them from the older marine sediments. Their characteristic feature, however, is the relatively uniform Sarmatian fauna.

In the clayey sandy part of the marine Miocene strata occur marine clays and Govce sands whereas in the calcareous marly part Leitha limestones and Laško marls are found.

The marine clay is a grayish green marly clay showing a conchoidal fracture. The clay usually contains fine grained sand which at the lower levels has accumulated into sandy strata. In the upward direction the content of sand increases while the sandy intercalations become more numerous and thicker. Thus the rock passes into Govce sands and sandstones. (Govce is a village where these sands have been found in vast deadgrounds).

Here and there these sands are grayish green, uniformly fine-grained, very clayey with some mica. Especially the lower layers contain dark green sands in which glauconite prevails among the grains; hence the terms glauconite sands and sandstones is used for these rocks. Here and there the sands contain larger fragments of quartz and keratophyre, and become less uniform from medium — to coarse-grained, passing even into conglomerates. The cement in the sands is calcareous; the glauconite- and clay-sands are loosely cemented for here the cement shows a smaller calcite content. Upwards the limestone becomes more abundant and the sandstones firmer. Frequently calcareous beds with fossil remains of Oysters, Foraminiferae, and Lithotamnia, are found. The marine clay and Govce sands often contain pyrite grains. Usually the marly clays are interbedded in the lower parts of the horizon of the marine clay and Govce sands, while the upper part contains sands, sandstones and conglomerates. This order of succession, however, is not always the rule. Sands may be found above as well as below the clays.

Along the borders of the basin directly upon its Pre-Tertiary substratum debris and gravel are found, usually consolidated by a calcareous or sandy cement into breccias and conglomerates — Leitha conglomerates. These coarse grained clastic sediments extending here and there relatively far towards the middle of the basin, are at the northern border of the basin composed predominantly of Pseudo-Ziljan slates and keratophyres and, to a lesser degree of fragments and pebbles of limestone and dolomite. Along the southern fringe, however, they are composed predominantly of limestone and dolomite. Between Jesenovec and Kovk pebbles of Pseudo-Ziljan slates and sandstones, along Brnica pebbles of Carboniferous slates and sandstones, and at Krnice pebbles of Werfen slates and sandstones, are also often found. These always contain hornstones of various colours. The conglomerate contains here and there fossil remains of Lithotamnia and Oysters.

The pebbles and breccias overlie the substratum from which they originated; in-between single boulders can be found.

The conglomerate had been in part formed by the transgression of the sea and in part deposited by rivers.

These basal sediments are slowly passing into yellowish white Lithotamnia limestone. On the weathered surfaces of the rock the outlines of Lithotamnia become readily discernible. Owing to the sand the lime-

stone shows here and there a greenish or dark grey hue. This limestone often contains single fragments of variously colored hornstones.

Towards the middle of the basin the coarse-grained clastic basal sediments pass into Govce sandstone containing here and there thin calcareous and sandy calcareous beds. Upwards the Govce sandstone gradually passes into Leitha limestone. Along the transition plane the calcareous sandstone, little different from that of Govce and containing fossil remains of *Lithotamnia*, is found. Upwards the content of sandy marl increases in the Leitha limestone; the number and thickness of marl intercalations increases; the rock becomes marly and passes into Laško marls.

The rocks called Laško marls are petrographically different. Calcareous, sandy-micaceous, and sandy clay marls, are found alternating. They are as a rule distinctly stratified, thin bedded, or sheeted; less frequently unstratified marly rocks are met with. A characteristic feature of the series are concordant beds of *Lithotamnia* limestone.

This marl is distinguished from similar Oligocene marls by the occurrence of fossil remains of *Natica helicina* Brocc., *Lucina* cf. *miocenica* Micht., *Tellina* sp., and *Nucula* sp.

In the middle of the basin the alternation of Leitha limestone and Laško marl is so characteristic that a uniform calcareous-marly horizon might be spoken of, which closes sometimes with marl and sometimes with limestone. The boundary, however, is not sharp, for both the marl and the limestone gradually pass into Sarmatian.

Boreholes Brnica 4, Sedraž and Trnovo (see map) have supplied further data on the thickness of these strata. The stratigraphical section of borehole Brnica 4 is the following. From 0.00 to 226.17 meters — Laško marl; from 226.17 to 630 meters — Leitha limestone with basal breccia; from 630 to 635.81 meters — Middle Triassic limestone. The mean dip of the strata being 60°, the real thickness of Laško marl is 113 meters, and that of the Leitha limestone with the basal breccia 202 meters. The overall thickness of the Miocene strata lying directly on the Triassic substratum, is 315 meters. In the upper part of the horizon which is composed of Laško marl and Leitha limestone, the prevalent rock is Laško marl with but one extensive Leitha limestone; and several relatively small sandstone-intercalations. But in the lower part Leitha limestone, usually green due to an admixture of sand, is found to predominate.

A comparison between the cross-section of this borehole and that of the borehole Brnica 3 located 500 meters farther east (Laško marl 109, Leitha limestone 44, Soteska strata 100 meters) we find that the thickness of Laško marl are nearly equal. Besides the fact that in the borehole Brnica 4 there are no Soteska strata it is characteristic the great difference of the thickness of Leitha limestone. Also in other places of the basin of Laško on observes that the thickness of Miocene strata is lesser in case when Soteska strata are to be found under them.

The stratigraphical section of borehole Sedraž shows the following sequence: from 0.00 to 256.30 meters — Sarmatian; from 256.30 to

589.60 meters — Laško marl with Leitha limestone intercalations; from 589.60 to 657.40 meters — Middle Triassic limestone and dolomite. At a mean dip of 30° to 40° the real thickness of Sarmatian must be from 181 to 222 meters, and that of Laško marl with Leitha limestone intercalations from 235 to 288 meters. The over all thickness of the Miocene strata consequently is from 416 to 510 meters. In the horizon composed of Laško marl and Leitha limestone, Laško marl is absolutely predominant showing only four Leitha limestone intercalations at different depths and of an over all thickness of 10 meters. The borehole has been drilled with the end in view to establish whether the productive Oligocene strata of the northern wing reach as far as the middle of the trough. The section of the borehole shows that here, too, the Miocene strata were laid down directly on the Triassic substratum.

Similar data have been furnished by borehole Trnovo whose stratigraphical section is the following: from 0.00 to 151 meters — Sarmatian; from 151 to 604.20 meters — Leitha formation (Laško marl and Leitha limestone); from 604.20 to 651 meters — transition from the Leitha formation to Govce sandstone; from 651 to 733 meters — Govce sandstone and basal formations; from 733 to 824.50 meters — Middle Triassic dolomite. At a dip of 30° to 45° the real overall thickness of the Miocene strata is from 524 to 641 meters, of which 106 to 130 fall to Sarmatian, 320 to 392 to Leitha formations, and 33 to 40 meters to the transition from Leitha formations to Govce sandstones. In this section the Leitha limestone is found in greater quantities than in that of Sedraž. The alternation of marl and limestone, however, is such that no definite horizons of Leitha limestone and Laško marl can be discerned.

Individual rocks described above — marine clay, Govce sand, Leitha limestone, and Laško marl — form no independent stratigraphic horizons. This is especially true for the Leitha limestone which forms no continuous strata either along the transversal or along the longitudinal section of the basin. Older explorers distinguished the Lower Leitha limestone under the Laško marl, and the Upper Leitha limestone above the Laško marl.

The so-called Lower Leitha limestone reaches a more considerable thickness in the Basin of Senovo. In the area between Hrastnik and Laško this rock is found mainly along the northern and southern border of the basin while in the central portion only relatively thin sheets can be traced. The absence of the Govce sandstone in the direction towards Dol and Hrastnik might be due to the transgression. It is very likely, however, that part of the rocks classified as the Lower Leitha limestone, belong to this horizon. In the Basin of Zagorje it has been found only here and there along the Kotredeščica Brook. Further west no traces of this rock have been struck upon; here, however, thick layers of Govce sandstone are found in the corresponding horizon. In the light of this fact it might be assumed that the two rocks represent the same strata with different facies. This view is further supported by the fact that the greatest thickness of the Lower Leitha strata is reached in

places in which no Govce sandstone is developed, and that here the greenish sandy Leitha limestone is very similar to the Govce sandstone.

Contrariwise the so-called Upper Leitha limestone is more developed in the trough of Zagorje whereas between Laško and Hrastnik it occurs only sporadically in thinner beds; in the northern and middle trough of Senovo, it is not found at all. In the southern trough traces of it may occur which, however, belong already to Sarmatian.

At the northern border of the basin between Hrastnik and Laško, a belt of limestone showing the same lithologic features as the normally lying Leitha limestone beside it, is found under the Oligocene strata. This position, however, seems to have been effected by tectonic movements.

The age of these rocks has not been determined. As the leading stratum might be regarded the marine clay containing the same *Pecten duodecimlamellatus* as the marl intercalations in the tuff sediments found in the surroundings of Smrekovec. In the light of this fact the marine clay and Govce sandstone might be considered as belonging to Helvetian. Kühnel, however, included similar strata occurring in the environments of Kamnik, into the Burdigalian. The sections of boreholes at Zagorje as well as of those between Hrastnik and Trbovlje, show a gradual transition of the Upper Oligocene marine marl in the hanging wall into Miocene marine clay. Hence it would seem admissible to consider at least part of the marine clay as belonging to the Aquitanian-age. Here again the question arises whether there is a discordance between the Soteska strata and the superposed Miocene beds, or whether the sedimentation has been continuous to a certain extent in which case only a transgressive spreading of the area would have been involved.

Because of the gradual transition of the Leitha sediments to the Sarmatian ones, the Laško marl with the Upper Leitha limestone are classified as Tortonian, however, the lower boundary of this horizon is not accurately determined. Explorations and determinations of microfauna and heavy minerals, are being made with the end in view to find a basis for the classification of the Miocene deposits in the Laško syncline.

In the light of petrographic and stratigraphic conditions, it might be assumed that the Oligocene bay had a different form and extent as that of the Miocene. The southern border of the Oligocene basin has as yet not been established with certainty. The borehole south-east of the village Sedraž and that south of the village Trnovo, are located 800 and 1000 meters respectively, from the northern border of the Oligocene basin and 1800 and 2000 meters respectively, from the southern border of the Miocene basin. The sections of the two boreholes show that the Miocene strata lie directly on the Triassic substratum. If it is being assumed that in the northern wing the same geological conditions prevail also east of this point at which the trough is the widest, then the Miocene transgression in the section Unično—Turje, must extend at least 2800 meters across the southern border of the Oligocene. Similar stratigraphic and tectonic conditions might be expected to prevail as far as the Dol Brook whose valley is a transversal fault. Thus it is clear that

no Oligocene strata are exposed along the southern border of the Tertiary basin. The Oligocene strata are found only in the northern wing of the Tertiary basin. In spite of the data supplied by extensive prospecting and mining, the tectonic structure of the northern limb of the basin, has as yet not been elucidated.

In the area of Hrastnik the coal seam has a steep dip south. Approximately level with the fourth horizon the stratum is broken by a transversal fault south of which the seam has not only a greater dip but rises here and there even above the second horizon. The anticlinal forms called "kope" are a characteristic feature of the whole area of Hrastnik.

The cross-section of the Liša shaft (Fig. 3.) shows that the Leitha limestone is lying between the productive formation and the Pseudo-Ziljan strata containing quartz-keratophyre. In the upper horizons the limestone is covered by sandstone which according to Petrascheck had been formed by those earth movements which thrust the Leitha limestone under the coal bearing strata. In the substratum of the Leitha limestone, too, a similar brecciated rocks is sometimes found.

The two cross-cuts, one on horizon II, the other on horizon V, both driven from the shaft southwards, intersect at three points the coal seam, which has been called the northern, middle, and southern, seam. Between the northern and middle seam the cross-cuts pass through hanging wall marls whereas they pass between the middle and the southern seam through footwall clays. This corresponds in the north to the syncline and in the south to the anticline, of the same coal seam. The same position of the seam has been established when crosscuts have been driven one on the third horizon 50 meters east of the shaft and the other on the fourth horizon 80 meters west of the shaft.

As to the tectonic structure of the Leitha limestone under the Upper Oligocene strata, different opinions have been expressed. An attempt has been made to interpret it as the northern limb of the anticline. The cross-section at the loading station at Laško and that at the altitude 635 between Dol and Kristandol, however, tell against this view. At both places Oligocene strata can be found under the Leitha limestone. Moreover the position of the Leitha limestone at Liša shaft does not correspond with the anticline. In all probability the Oligocene strata had been thrust over the Leitha limestone. Tectonic rock debris on the substratum under the Leitha limestone indicate that the limestone had been moved along the keratophyre or Pseudo-Ziljan strata.

A greater longitudinal fault follows the northern border of the Tertiary basin. It is characterized by a quartz-keratophyre and Leitha limestone-belt, lying under the Soteska strata. The quartz-keratophyre extruded through this fault in the Wengen-age.

Later the Tertiary strata and their Triassic substratum have been folded and uplifted by intense earth movements which have repeatedly been at work in this labile zone. Consequently not only the Tertiary but also the Triassic strata have been faulted longitudinally. The southern fault-block i. e. the Oligocene and the superimposed Miocene strata, have been thrust upon the northern fault-block i. e. upon the Leitha limestone

N

I. horizont 510

II. horizont 484

III. horizont 458

IV. horizont 433

V. horizont 407

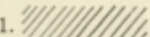
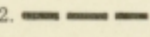
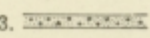
VI. horizont 380

Barbara rov 354,6

litavski apnenec
Liitha Limestonekremenov keratofir
Quartz Keratophyrepsevdoziljski
skrilavec
Pseudozilian Slateskrovnina
Hanging Walltalnina
Footwall

S

Legenda — Legend:

1.  odkopano
Excavate
2.  domnevna lega premogovega sloja
The Supposed Situation of Coal Seam
3.  brečasti peščenjak ob narivni ploskvi
Brecciated Sandstone along the Thrust-Plane

3. slika

Prerez skozi Liša jašek

Merilo 1 : 1.000

Section through Liša-Shaft

Scale 1 : 1.000

which has been lying transgressively upon the Triassic substratum. Thus the Leitha limestone is found to be covered by the Soteska strata. Since this belt of Leitha limestone is not continuous, it might be assumed that in some places the limestone has been squeezed out and later denudated. Single Leitha limestone islands preserved on the northern border of the basin, are denudation rests similar to those found along the southern border.

In some places the Leitha limestone has crept between the Soteska strata during these earth movements. Such blocks can be found on the southern flank of Šmihel, at the elevation 635, and in the Kuretno field. Figure 2. and especially the cross-sections 2 a, 2 b, 2 c of the Kuretno field show how the plastic Soteska strata have been deformed by having been thrust against the Leitha limestone block. The breccias classed with sandstones because of their striking similarity with the Govce sandstone, are an evidence that the Leitha limestone has been moved along the Triassic substratum.

The overthrust of the Oligocene strata has been also found by the borehole drilled at Plesko, in Ojstro-district west of Hrastnik.

Similar shifts are known in the lignite bearing strata themselves. In the northern limb of the syncline at Huda jama some cross-cuts have been driven through numerous alternations of footwall clay and hanging wall marl. Lignite lenses are often found ambedded in hanging wall marl. All these features tell for an intensive schuppen structure.

LITERATURA

Bittner, A., 1884, Die Tertiär-Ablagerungen von Trifall und Sagor. Jahrb. geol. R. A., Wien, 34, 433—600.

Dolar-Mantuani, L., 1942, Triadne magmatske kamenine v Sloveniji. Razprave Akad. zn. in um. v Ljubljani, 2, 429—480.

Hoernes, R., 1890, Zur Geologie Untersteiermarks. V. Die Überschiebung der oberoligocänen und untermiocänen Schichten bei Tüffer. Verh. geol. R. A., Wien, 81—87.

Janoschek, R., 1943, Das Inneralpine Wiener Becken, v. F. X. Schaffer, Geologie der Ostmark, Wien.

Kühnel, W., 1933, Zur Stratigraphie und Tektonik der Tertiärmulden bei Kamnik (Stein) in Krain. Prirodoslovne razprave, Ljubljana, 2, 61—111.

Petrascheck, W., 1926/29, Die Kohlenlager der dinarischen Gebirge Altösterreichs (Jugoslawien und Italien). — Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten. II. Teil. Katowice, 321—360.

Stur, D., 1871, Geologie der Steiermark, Graz.

Teller, F., 1907, Geologische Karte Cilli-Ratschach 1:75.000. Geol. R. A., Wien.

Teller, F., 1898, Erläuterungen zur Geologischen Karte Prassberg a. d. Sann. Geol. R. A., Wien.

Teller, F., 1898, Geologische Karte Prassberg a. d. Sann 1:75.000. Wien.

Winkler v. Hermaden, A., 1943, Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär, v. F. X. Schaffer, Geologie der Ostmark, Wien.

Winkler v. Hermaden, A., 1951, Die jungtektonischen Vorgänge im steirischen Becken, Sitzungs. Österr. Akad. Wiss., Wien.

Zollikofer, T., 1861—1862, Die geologischen Verhältnisse des süd-östlichen Theiles von Unter-Steiermark. Jahrb. geol. R. A., Wien, 12, 311—366.