

GEOLOGIJA

GEOLOGICAL
TRANSACTIONS
AND REPORTS

RAZPRAVE IN POROČILA

Ljubljana • Letnik 1971 • 14. knjiga • Volume 14.

Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja

Ljubo Žlebnik

S 7 slikami med tekstom in 5 v prilogi

Vsebina

Kratka vsebina	5
Uvod	6
Pregled dosedanjega dela	6
Geološki opis	7
Predkvartarne plasti	7
Pleistocenske usedline	9
Pleistocenski zasipi med Kranjem in Podnartom	10
Pleistocenski zasipi med Podnartom in Radovljico	21
Pleistocenski zasipi na Kranjskem in Sorškem polju	26
Pleistocenski zasipi na južnem in jugovzhodnem obrobju Kranjskega in Sorškega polja	33
Pleistocenski zasipi v Skaručenski kotlini ter na podolju med Šmarno goro in Smledniškim hribom	36
Pleistocenski zasipi na Ljubljanskem polju	38
Povzetek	44
Pleistocene Deposits of the Kranj, Sora, and Ljubljana Fields	47
Literatura	50

Kratka vsebina

Po programu raziskav za oskrbo Ljubljane s pitno vodo sem v letih 1963 do 1967 geološko kartiral vodonosne pleistocenske plasti na Kranjskem in Sorškem polju, v Skaručenski kotlini, na Ljubljanskem polju ter pregledno tudi na območju med Radovljico in Kranjem. Poskusil sem dognati potek zasipavanja Ljubljanske kotline v pleistocenu in zasipe podrobneje stratigrafsko razvrstiti. Pri raziskavah sem se opiral na podatke številnih vrtin. Uporabil sem tudi rezultate geoelektričnih meritev vzdolž desnega brega Save med Mednim in Tomačevim.

Po sestavi prodnikov, preperelih vrhnjih delih zasipov in po oblikovitosti njihove terciarne podlage sem ugotovil, da tako imenovani starejši zasip ni enoten, ampak sestoji iz treh samostojnih zasipov, ki so nastali v fazah akumulacije v ledenih dobah. Zasipi so povečini že sprijeti v kon-

glomerat, zato sem jih poimenoval kot starejši, srednji in mlajši konglomeratni zasip. Sledi prodni zasip, ki leži povečini na konglomeratnih zasipih. Na območju med Radovljico in Kranjem je mogoče sklepati na medsebojno zvezo konglomeratnih in prodnih zasipov z ledeniškim nasipavanjem. Gre torej za zaporedje štirih pleistocenskih zasipov, ki ustrezajo štirim ledenim dobam: gүнški, mindelski, riški in wүrmski.

Pri geološkem kartiranju posameznih starejših zasipov sem imel težave zaradi maloštevilnih izdankov konglomerata, ki je povečini prekrit z debelo plastjo rjave peščene in prodnate glin. Na Sorškem polju ležita prodni in konglomeratni zasip ponekod na isti nadmorski višini ter sta prekrita z rjavo peščeno in prodnato glino. Zato ju je težko ločiti. Zanesljiv znak za razlikovanje so prodniki v njunih preperinskih glinah. V preperini prodnega zasipa prevladujejo apneni prodniki, preperina konglomeratnega zasipa pa vsebuje povečini preperele porfirske prodnike, apnenih pa v njej sploh ni.

Poseben problem je iskanje medsebojne zveze posameznih konglomeratnih zasipov na osrednjem delu Kranjskega in Sorškega polja z zasipi na njunem obrobju. Šele nadaljnje raziskave, predvsem vrtanje, bodo postopno razjasnile to zvezo, ki so jo prekinili tektonski procesi v pleistocenu.

Uvod

V letih 1963 do 1967 je Geološki zavod po naročilu Mestnega vodovoda v Ljubljani raziskal Kranjsko in Sorško polje, Skaručensko kotlino ter Ljubljansko polje. Naloga zavoda je bila, ugotoviti razprostranjenost in debelino prodnih in konglomeratnih plasti, ki so povečini dobro prepustne, vsebujejo velike količine podtalne vode in s tem nudijo ugodno možnost za oskrbo Ljubljane s pitno vodo.

Raziskave so obsegale geološko kartiranje pleistocenskih sedimentov, vrtanje in geoelektrično sondiranje.

Pregled dosedanjega dela

Med prvimi raziskovalci pleistocenskih naplavin na Kranjskem in Sorškem polju, v Skaručenski kotlini ter na Ljubljanskem polju sta bila *Wentzel* (1901 in 1922) in *Lucerna* (1906). Nekoliko pozneje je opisal terase in morene v porečju *Save Brückner* (1909). Po njegovem mišljenju je savski ledenik segal na višku zadnje poledenitve vzhodno od Radovljice do črte Ledevnica—Bratranca, kjer je odložil čelne morene. Proti vzhodu prehajajo čelne morene v prodno teraso. Moren starejših poledenitev ni našel, pač pa je dognal vzhodno od Radovljice nad prodno teraso še tri starejše, konglomeratne terase, ki so nastale v starejših ledenih dobah, riški, mindelski in gүнški. Prodne in konglomeratne terase je mogoče slediti od Radovljice do Medvod.

V pleistocenu so se po *Brücknerju* menjavale faze akumulacije — v ledenih dobah, in erozije — v medledenih dobah.

Nasprotno od *Brücknerja* je ločil *Amperer* (1917) samo dva zasipa: mlajši prodni in starejši, konglomeratni zasip. Prodni zasip naj

bi izviral iz zadnje medledene dobe, starejši zasip pa morda celo iz predglaciala. Debelino starejšega zasipa je ocenil na prek 200 m.

Rakovec (1930) je menil, da je pod eluvialno ilovico na Dobravah konglomerat, ki sestavlja celotno Kranjsko in Sorško polje. Prod mlajšega zasipa pa naj bi se bil ohranil le v savski soteski. Leta 1932 je Rakovec poročal o geološki sestavi Ljubljanskega polja in Barja na podlagi vrtin in vodnjakov.

Morfološko je opisal terase Save in njenih pritokov Ilesič (1935). Pridružil se je Ampfererjevemu mnenju, da so na Gorenjskem terase samo dveh zasipov, starejšega in mlajšega.

Leta 1940 je Rakovec v produ Kranjskega in Sorškega polja razlikoval vršaja Save in Kokre, ki ju loči savska soteska. Savski vršaj se razprostira na Sorškem polju, vendar je segal prvotno na Kranjsko polje, kjer je bil pozneje prekrit s kokrškim vršajem.

Dobrave nad ravnino Kranjskega in Sorškega polja so erozijski osamelci, prekriti z ilovico in kosi konglomerata.

Na območju lokacije za pregrado hidroelektrarne Mavčiče so leta 1952 izvrtali 10 vrtin, ki so pokazale, da leži pod konglomeratom terciarni peščenjak v globini 20 do 50 m pod gladino Save. Površje terciarnih plasti je valovito in nagnjeno proti toku Save.

Leta 1955 je Rakovec nadrobno obdelal geološke razmere na Ljubljanskem polju in Barju v Geološki zgodovini Ljubljanskih tal. Vrhnje prodne plasti na Ljubljanskem polju je prištel würmu, spodaj ležeče prodne in konglomeratne plasti pa mlajšemu zasipu.

Pavlovce, Drobne in Šercelj (1960) so raziskali glinaste plasti v Lokarjih pri Vodica in jih po fosilni favni in flori uvrstili v pleistocen.

Med delom mi je posredoval svoje poročilo Šifrer (1963), ki je prišel na podlagi morfoloških opazovanj do podobnih rezultatov kot Brückner. V starejšem zasipu je razlikoval tri samostojne terase in jih je poimenoval z IB, IA in I. Terasa IB je najvišja in torej najstarejša, I pa najnižja in najmlajša.

Geološki opis

Predkvartarne plasti

Permokarbonski skrilavec, peščenjak in kremenov konglomerat so zastopani predvsem na jugovzhodnem robu raziskanega ozemlja v hribovju med Bukovico in Mengšem, na južnem vznožju Rašice in Šmarne gore, južno od Smlednika, pri Tacnu in Mednem ter na celotnem južnem obrobju Ljubljanskega polja.

Ozki pasovi grödenskega peščenjaka in skrilavca so na južnem in vzhodnem vznožju Rašice, na severnem vznožju Strmca pri Bukovici ter na vzhodnem in južnem vznožju Šmarne gore.

Permokarbonski skladi se kažejo tudi v savski strugi in na njenih bregovih. Vidimo jih pri visečem mostu v Mednem na desnem bregu in v savski strugi. Okrog 1,5 km nizvodno od medanskega mostu se zopet

pojavi v strugi Save pri Brodu in se nadaljuje v strugi do cestnega mostu, kjer izginejo pod prodne naplavine. Ponovno pridejo na površje okrog 400 m nizvodno od mostu ter nato še v znatno večji meri med izlivom Gameljščice in železniškim mostom v Črnučah.

Našteti izdanki in vrtine kažejo, da sestoji podlaga pleistocenskih naplavin Ljubljanskega polja izključno iz permokarbonskega skrilavca in peščenjaka.

Od triadnih sedimentov najdemo apnenec na južnem obrobju Sorškega polja, Rašici in Šmarjetni gori, dolomit pa na Šmarni gori, vzhodnem in severnem obrobju Rašice, Strmcu pri Bukovici in na severnem obrobju Kranjskega polja. Psevdoziljski skrilavec ima večji obseg le na zahodnem obrobju Sorškega polja med Bitnjami in Kranjem ter v Smledniškem hribu. Na severnem obrobju Kranjskega polja ter na severnem vznožju Šmarne gore se pojavlja v obliki pasov med apnencem in dolomitom.

Jurskih plasti na raziskanem ozemlju nisem našel.

Zgornjekredni ploščasti apnenec, skrilavec in peščenjak so ohranjeni v obliki erozijskega ostanka pri Dobenem, nekoliko večje ozemlje pa prekrivajo severno od Rašice. Ploščasti apnenec vsebuje po podatkih Šribarjeve in Drobne (1964) značilno zgornjekredno mikrofavno, ki pa še ni nadrobneje preiskana.

Na Kranjskem in Sorškem polju, v Skaručenski kotlini ter na ozemlju severozahodno od Kranja leže pleistocenski sedimenti povečini na terciarnih plasteh, ki sestojijo iz oligocenskih in miocenskih morskih usedlin. Pliocenske plasti so se ohranile le v obliki visoko ležečih prodnih terasnih ostankov. Na zahodnem robu Tunjskega gričevja prekriva nekatere grebene kremenov prod, ki verjetno pripada pliocenu. Prav tako je verjetno pliocenski tudi kremenov prod in pesek južno od Zgornje Besnice na višini okrog 500 m, tj. okrog 30 m nad najvišjo pleistocensko konglomeratno teraso.

Spodnji del oligocenskih plasti sestoji iz konglomerata ali proda. Na njem leže sivica, pesek, peščenjak in tuf. Erozijske ostanke konglomerata najdemo na Smledniškem hribu in na vrhovih zahodno od Rašice. Pri Škofji Loki pa konglomerat prekriva celotno vzhodno obrobje hribovja med Bitnjami in Škofjo Loko. V ozkem pasu se pojavlja severozahodno od Most ter severno od Šmartnega. Njegovi izdanki so tudi na južnem obrobju Smledniškega hriba in pri Povodju.

Sivica, pesek, peščenjak in prod nastopajo predvsem v okolici Medvod ter Goričan in Preske.

Severozahodno od Kranja je oligocenska sivica ponekod zelo peščena, drugod pa jo nadomeščata kremenov pesek in peščenjak. V večji meri je zastopan tudi andezitni tuf. Oligocenske plasti so razkrite v dolini Save, v ježah pleistocenskih teras nad sotočjem Tržiške Bistrice in Save, v grapah potokov Zgoša, Peračica in Lešnica, v dolinah Lipnice in Nemiljščice, na zahodnem robu Vojvodnega boršta ter v grapah, ki režejo Vojvodni boršt.

Miocenski lapor in peščenjak prihajata na površje v Tunjskem gričevju, burdigalski pesek in lapor pa v ježi najvišje pleistocenske terase v Planu gmajni severno od Vodic.

Po podatkih vrtanja sestoji podlaga pleistocenskih plasti v osrednjem delu Skaručenske kotline iz miocenskega laporja, morda pa pripada miocenu tudi pesek, ki je bil ugotovljen v vrtnah pri Šenčurju in Brnikih na Kranjskem polju.

Terciarnе plasti oblikujejo tri sinklinale. Največja se razprostira na Kranjskem in Sorškem polju kot podaljšek velike kamniške sinklinale. Njena os poteka približno od zahoda proti vzhodu in je nagnjena proti vzhodu. Na zahodnem obrobju Sorškega polja so zastopane najstarejše oligocenske plasti, v talnini pleistocenskih sedimentov na Sorškem polju pa so mlajše oligocenske plasti, medtem ko se v Plani gmajni in na zahodnem robu Tunjškega gričevja pojavijo že miocenske usedline.

Manjšo terciarno sinklinalo predstavlja Skaručenska kotlina. Na severnem robu na pobočjih Smledniškega hriba in na južnem robu pri Povodju je razvit oligocenski konglomerat, medtem ko sestoji osrednji del sinklinale po podatkih vrtine S-2 iz miocenskih usedlin.

Severozahodno od Kranja se razprostira precej velika sinklinala oligocenskih plasti. Njena os poteka od Bistrice prek Strahinja in Tenetiš proti vzhodu.

Terciarna sedimentacijska kadunja na tem območju je bila enotna in se je razprostirala med Rašico, Smarno goro, Škofjo Loko ter Kamniškimi Alpami. Šele med gubanjem v pliocenu, ali pa že v miocenu, so nastale tri sinklinale. Na Smledniškem hribu in Rašici, ki sta se antiklinalno vzbočila, je erozija odnesla skoro vse terciarne plasti ter razgalila kredne, triadne in permokarbonske plasti. Gubanje se je nadaljevalo še v pleistocenu.

Pleistocenske usedline

Geološko kartiranje in podatki vrtin kažejo, da na Ljubljanskem, Kranjskem in Sorškem polju ter na ozemlju severozahodno od Kranja nista razvita le dva rečna zasipa, starejši in mlajši, kot so povečini prikazovali doslej. Poleg mlajšega, prodnega zasipa so trije starejši, konglomeratni zasipi. Med fazami akumulacije so reke zarezale struge v lastne zasipe in ponekod še v terciarno podlago.

Sestava konglomeratnih zasipov in terasasto površje njihove terciarne podlage severozahodno od Kranja kažeta, da gre za samostojne zasipe, ne pa le za erozijske terase v enotnem konglomeratnem zasipu. Terciarno podlago vidimo na več krajih ob vznožjih terasnih jež. Reke so se torej v vmesnih obdobjih erozije tako globoko zarezale v terciarno podlago zasipov, da akumulacija, ki je sledila eroziji, ni več dosegla nivoja terciarne talnine starejšega zasipa.

Konglomeratne zasipe sem poimenoval kot starejši, srednji in mlajši konglomeratni zasip. Iste zasipe severozahodno od Kranja ter na južnem obrobju Kranjskega in Sorškega polja je Š i f r e r (1963) označil kot terase I B, I A in I, najstarejši prodni zasip pa kot teraso II. Njegova označba ne ustreza, ker spominja na pojmovanje, da gre genetsko za enotni konglomeratni zasip I in prodni zasip II, v celoti torej le za dva zasipa. Če bi uporabili številke za označbe, bi konglomeratne zasipe morali označiti kot I, II, III, najstarejši prodni zasip pa kot IV.

V osrednjem delu Kranjskega in Sorškega polja ter na Ljubljanskem polju leže zasipi po podatkih vrtanja eden na drugem. Na vrhu je povečini prodni zasip. Pod njim je nekaj metrov debela plast rjave glin s preperelimi prodniki. Nato sledijo konglomerat in zbit prod mlajšega konglomeratnega zasipa ter pod njim oba starejša konglomeratna zasipa. Plasti rjave glin s prodniki, ki ločijo posamezne zasipe in predstavljajo nekdanje preperelo površje zasipov, so bile ugotovljene le v posameznih vrtninah. Erozijska, ki je sledila zasipanju, je povečini odstranila preperelo površinsko glinasto plast.

Pleistocenski zasipi med Kranjem in Podnartom

Sotočje Tržiške Bistrice in Save. Južno od Srednje vasi nad Tržiško Bistrico pripada starejšemu konglomeratnemu zasipu najvišji greben s koto 488 m. Sestoji iz rjave peščene glin s preperelimi porfirskimi prodniki; konglomerat je viden le na enem kraju.

Terciarna podlaga leži na zahodnem in vzhodnem robu grebena že na koti 480 m. Po tem sklepamo, da je zasip tod zelo tanek. Na stiku glinasto prodnih in terciarnih plasti izvirata dva studenca, ki ponikneta po kratkem površinskem toku na koti 475 m v srednji konglomeratni zasip.

Srednji konglomeratni zasip predstavljajo precej obsežna terasa južno od Dolenje vasi nad Tržiško Bistrico (višina 475 m) ter osamelci Britof (480 m), Tabor (480 m) in greben (kote 480 do 485 m) severno od Tabora. Osamelci se dvigajo 12 do 15 m nad široko konglomeratno teraso med Kovorjem in Srednjo vasjo. Sestojijo iz trdno sprijetega konglomerata. Pod njim sem opazil na vzhodu Tabora na višini 470 m izdanek terciarnih plasti. Konglomerat je torej na tem kraju debel le 10 m. Tabor je uvrstil Ilešič (1935) v terasni nivo I A.

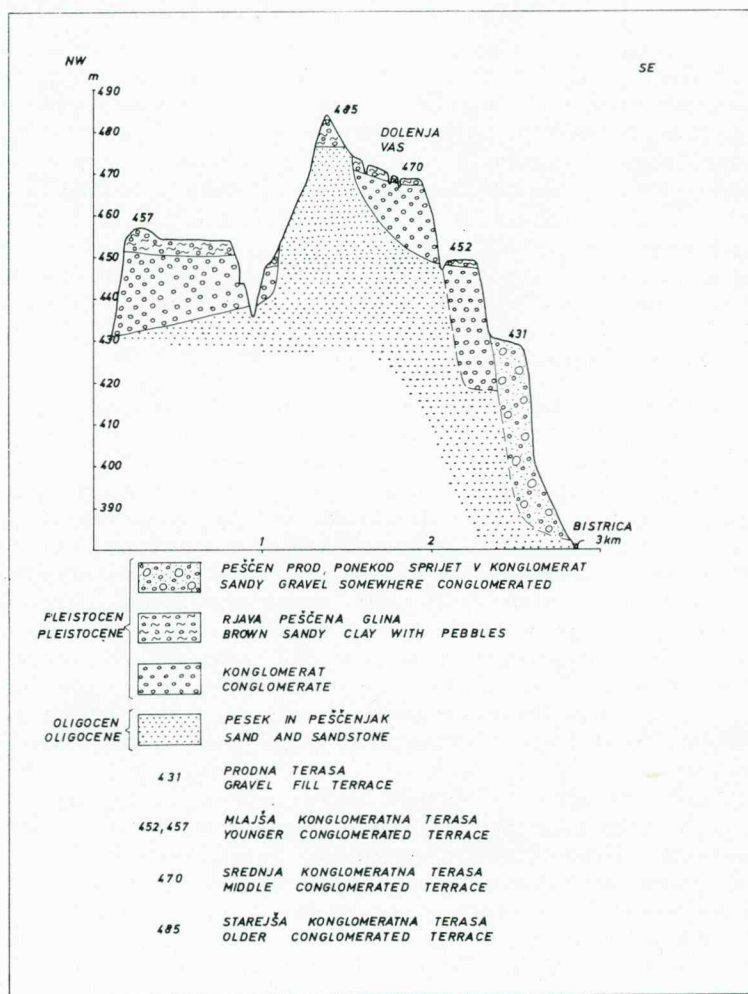
V srednji konglomeratni zasip je zahodno od Dolenje vasi vrezana še ena terasa, okrog 15 m nižja. Na njenem zahodnem robu je nad vasjo Bistrica precej močan kraški izvir, ki je zajet. Voda izvira na koti 450 m na stiku konglomerata in terciarne sivice. Površje zasipa je na višini 475 m; torej je konglomerat debel 25 m.

Terciarni plasti pod najvišjo konglomeratno teraso južno od Srednje vasi so na koti 480 m, pod srednjo teraso pa na koti 450 m. Iz tega sklepamo, da si je v erozijski fazi po končanem nanašanju najstarejšega konglomeratnega zasipa reka (Tržiška Bistrica ali Sava) vrezala strugo skozi konglomerat še 30 m globoko v terciarno podlago. Nato je sledilo nasipanje srednjega konglomeratnega zasipa.

Približno 12 do 15 m pod površjem srednjega konglomeratnega zasipa leži mlajši konglomeratni zasip. Predstavlja ga ozka konglomeratna terasa med Savo in Tržiško Bistrico južno od Dolenje vasi. Površje terase je na višini 450 m. Na njenem vzhodnem robu nad dolino Tržiške Bistrice so terciarne plasti vidne na višini 410 m, zasip je torej debel 40 m. V zasip je vrezana še ena, okrog 5 m nižja terasa (sl. 1).

Zahodno od Srednje vasi se razprostira proti severu do Kovorja precej široka terasa, ki predstavlja mlajši konglomeratni zasip. Njegovo površje strmo pade od severa proti jugu od višine 510 m pri Kovorju do 450 m zahodno od Dolenje vasi. Strmec površja zasipa je 12 ‰.

Na zahodnem robu terase nad dolino Lešnice vidimo pod konglomeratom terciarne plasti na višini od 445 m do 435 m. Konglomeratni zasip je debel okrog 20 m. Po nagnjenosti površja zasipa sklepam, da ga je odložila Tržiška Bistrica, ki se je občasno izlivala v Savo nekje pri Podnartu. Med Prezrenjem in izlivom Lipnice v Savo je okrog 300 m široka terasa iz mlajšega konglomeratnega zasipa. Njegovo površje je nagnjeno od severozahoda (kota 460 m) proti jugovzhodu (kota 450 m) in ga je skoraj gotovo nanese Sava.



Sl. 1. Geološki presek doline Bistrice pri Dolenji vasi
Fig. 1. Transverse geologic section across Bistrica valley at Dolenja vas

Iz mlajšega konglomeratnega zasipa je tudi ozka terasa med Savo in Tržiško Bistrico južno od Dolenje vasi.

Okrog 10 m pod površjem mlajšega konglomeratnega zasipa leži prodni zasip. Predstavljata ga ozka terasa vzdolž desnega brega Tržiške Bistrice med Podtaborom in Bistrico (višina 461 m do 435 m) in terasa z višino 431 m južno od Bistrice. Strmec površja zasipa je 12 ‰.

Terciarni plasti so vidne pod prodom ob starem cestnem mostu čez Tržiško Bistrico na višini okrog 400 m. Prodni zasip je tu debel 35 m.

Ostanek prodnega zasipa je ohranjen v terasi ob cesti Kranj—Jesenice nad Podnartom. Površje zasipa je na višini okrog 440 m.

Iz dosedanjega opisa vidimo, da prihajajo terciarne plasti na površje južno od Bistrice na zahodnem robu terase mlajšega konglomeratnega zasipa na višini 410 m, medtem ko leže pod prodnim zasipom terase s koto 431 m globlje od 390 m. V erozijski fazi, ki je sledila nasipanju mlajšega konglomeratnega zasipa, si je reka (Sava ali Tržiška Bistrica) zarezala svojo strugo skozi konglomerat še vsaj 20 m v terciarno podlago.

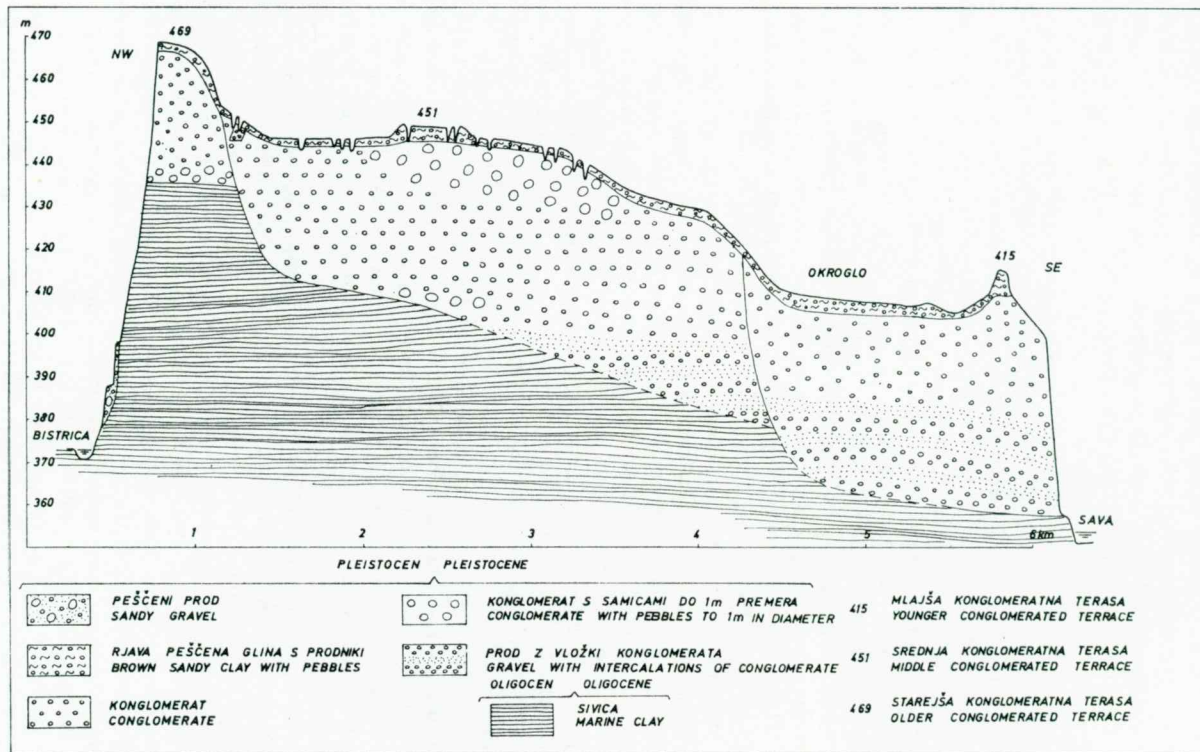
Prodni zasip terase s koto 431 m sta lahko nanесли Sava in Bistrica. Severni del terase, ki je nagnjen proti jugu, je verjetno nasula Bistrica, južnega pa Sava, ki je v dobi akumulacije verjetno tekla po nakelski dolini proti Struževemu. Tej domnevi v prid govori podatek, da v savski soteski od izliva Tržiške Bistrice do Okroglega ni teras mlajšega konglomeratnega niti prodnega zasipa.

Ozemlje med Tržiško Bistrico, Savo, Kokro in Rupovščico. Iz najstarejšega konglomeratnega zasipa sestoji najvišja terasa na severozahodnem robu nakelske Dobrave in Vojvodni boršt severno od ceste Naklo—Kokrica.

Najlepšo sliko o sestavi starejšega konglomeratnega zasipa nam nudi strmo odsekani severozahodni rob nakelske Dobrave (kota 469 m). Konglomerat leži na skoraj ravni terciarni podlagi, ki sestavlja pobočje Dobrave nad sotočjem Tržiške Bistrice in Save do kote 445 m. Konglomeratni zasip je debel 25 m. Proti severovzhodu pada površje tega zasipa z izrazito ježo, visoko okrog 15 m, proti nižje ležečemu površju srednjega konglomeratnega zasipa. Ustrezna stopnja je izražena tudi v terciarni podlagi, ki se na severozahodnem pobočju Dobrave nad Tržiško Bistrico spusti od kote 445 m na koto 420 m. Enaka stopnja je tudi na jugozahodnem pobočju Dobrave nad Savo, kjer se terciarna podlaga strmo spusti s kote 445 m na koto 410 m.

V strmem južnem in zahodnem profilu starejšega konglomeratnega zasipa, odrezanega proti Savi in Tržiški Bistrici, vidimo, da v spodnjem delu prevladuje izredno debel konglomerat. Posamezni porfirski prodniki dosežejo premer 1 m. Više je prod nekoliko drobnejši, vendar je še vedno znatno bolj debel kot recentni prod v savski strugi. Iz sestave prodnikov sicer ni mogoče sklepati, ali pripada zasip savski ali bistriški akumulaciji, vendar bi ga zaradi bližine savske struge bolj verjetno pripisali savskemu nasipavanju.

Veliki prodniki v konglomeratu kažejo na to, da je bila transportna razdalja mnogo krajša (zaradi poledenitve v Radovljjski kotlini), ali pa je bil strmec mnogo večji in s tem tudi vodna energija (sl. 2).



Sl. 2. Geološki presek vzdolž Dobrave nad Naklim
Fig. 2. Longitudinal geologic section along Dobrava terrace near Naklo

Mnogo večjo površino kot v nakelski Dobravi prekriva starejši konglomeratni zasip v Vojvodnem borštu. V ježi terase nekaj sto metrov severno od ceste Naklo—Kokrica so na stiku oligocenske sivice ter peščeno glinastih in konglomeratnih plasti starejšega konglomeratnega zasipa na višini 445 m trije izviri, ki poniknejo v srednji konglomeratni zasip na višini 440 do 430 m. Površina starejšega konglomeratnega zasipa je na robu terase na višini okrog 455 m, torej je zasip debel le 10 m. Proti severu njegova debelina narašča.

Površje starejšega konglomeratnega zasipa je severno od Strahinja zelo strmo, medtem ko je južno od Strahinja skoraj vodoravno. Površje je močno razrezano po potokih, katerih grape so povečini v terciarni sivici, medtem ko leži konglomerat le više. Kljub razgibanemu reliefu je mogoče iz nadmorskih višin planotastih grebenov med potoki ugotoviti, da je površje zasipa severno od Strahinja nagnjeno za 40 % proti jugu. Strmec je torej mnogo večji kot je normalno za rečni vršaj. Prodni vršaj Reke pri Cerkljah ima strmec 26 %. Naklon prodnega vršaja Tržiške Bistrice med Zgornjimi Dupljami in Žejami je komaj 10 %. Nenormalno velik strmec površja Vojvodnega boršta je torej lahko povzročilo le tektonsko delovanje. Terciarna podlaga se je po odložitvi starejšega konglomeratnega zasipa nagnila proti jugu, torej proti Strahinju.

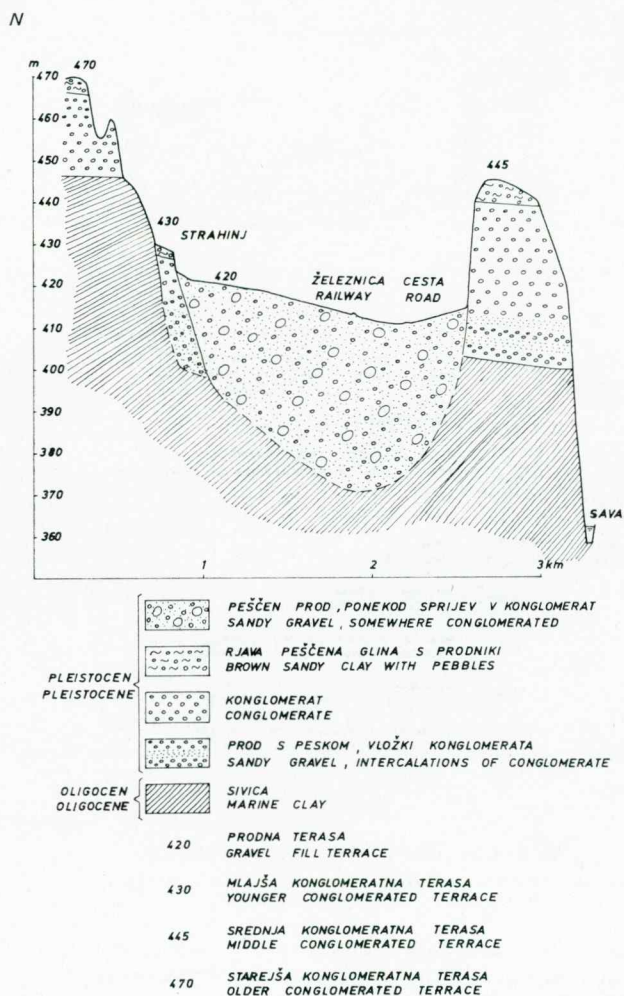
Skoraj vodoravno površje na območju med Strahinjem in Malim Naklim pa kaže, da se je tu terciarna podlaga nagnila v nasprotni smeri, kajti prvotno je bil zasip nedvomno nagnjen proti jugu. Iz naklonov terciarnih plasti severno od Strahinja ter zahodno od Dolenje vasi je mogoče sklepati, da imajo terciarni skladi na tem območju obliko sinklinale, katere jedro poteka v smeri severozahod—jugovzhod prek Britofa, Žej in Naklega. Sinklinala, ki je nastala v terciarju, se je torej upogibala še po odložitvi starejšega konglomeratnega zasipa, morda pa tudi med njegovim odlaganjem.

Debelina zasipa je na južnem robu nad cesto Naklo—Kokrica majhna, medtem ko doseže na zahodnem robu Vojvodnega boršta, kjer so pod konglomeratom vidne terciarne plasti, do 50 m. Debelina zasipa narašča od juga proti severu, kar kaže, da je zasip star vršaj Tržiške Bistrice in Rupovščiце, ki je bil najvišji ob izstopu reke iz soteske v ravnino, medtem ko se je proti jugu vedno bolj nižal.

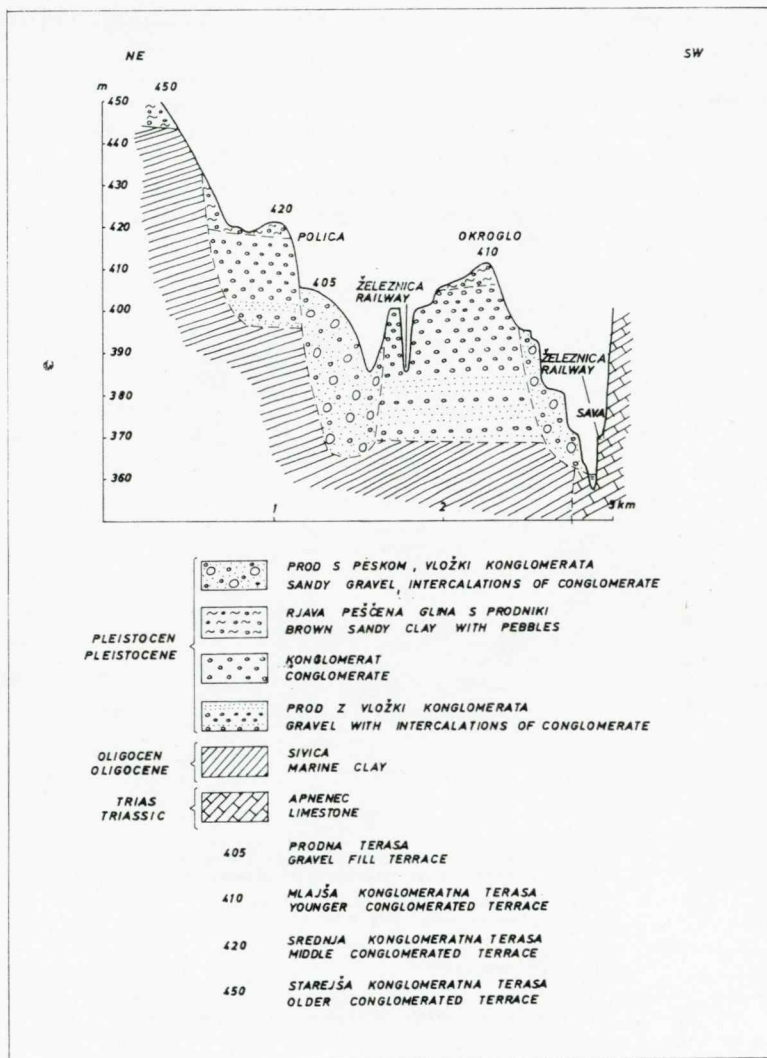
Zasip je prekrit s peščeno glino s prodniki. Njene debeline nisem mogel zanesljivo ugotoviti. Konglomeratna podlaga je močno zakrasela, kar dokazujejo številne globoke vrtače. Pri Spodnjih Dupljah je znana kraška jama, ki jo imenujejo Arnešova jama. Jamo so izoblikovali podzemeljski vodni tokovi v konglomeratnih in delno tudi v glinastih plasteh, vloženih med konglomerat. Gline med konglomeratom pri Zgornjih Dupljah je na mojo prošnjo preiskal Šercelj in našel v njej le pelodna zrna bora in smreke, kar kaže po njegovem mnenju na hladnejše podnebje. Popolna odsotnost peloda terciarnih drevesnih vrst kaže, da spadata glina in na njej ležeči konglomerat v pleistocen. Konglomerat pod glinasto plastjo uvrščam zaradi podobnosti s sestavo zgoraj ležečega konglomerata prav tako v pleistocen. Na tem območju ne poznamo nobenih više ležečih konglomeratnih zasipov. Zato štejem zasip v Vojvodnem borštu v najstarejši

pleistocen. Na podlagi tega lahko nadalje sklepamo, da pripada ves starejši konglomeratni zasip najstarejšemu pleistocenu.

Ostanki starejšega konglomeratnega zasipa so ohranjeni tudi na severnem obrobju Kranjskega polja med Olševkom in Češnjevkom. Površje zasipa je na višinah 468 do 442 m in je nagnjeno proti jugovzhodu. Starejši avtorji so imeli te terasne ostanke za pliocenske, vendar iz podobnosti v sestavi sklepam, da pripadajo istemu zasipu kot Vojvodni boršt. Terasa so pokrite z rjavo peščeno glino, pod glino pa je na mnogih krajih



Sl. 3. Geološki presek nakelske doline
Fig. 3. Transverse geologic section across Naklo valley



Sl. 4. Geološki presek Okroglo-Polica
Fig. 4. Transverse geologic section Okroglo-Polica

v grapah potokov viden apneni konglomerat. Iz nagnjenosti površja zasipa sklepam, da ga je nanosla Kokra v najstarejšem pleistocenu.

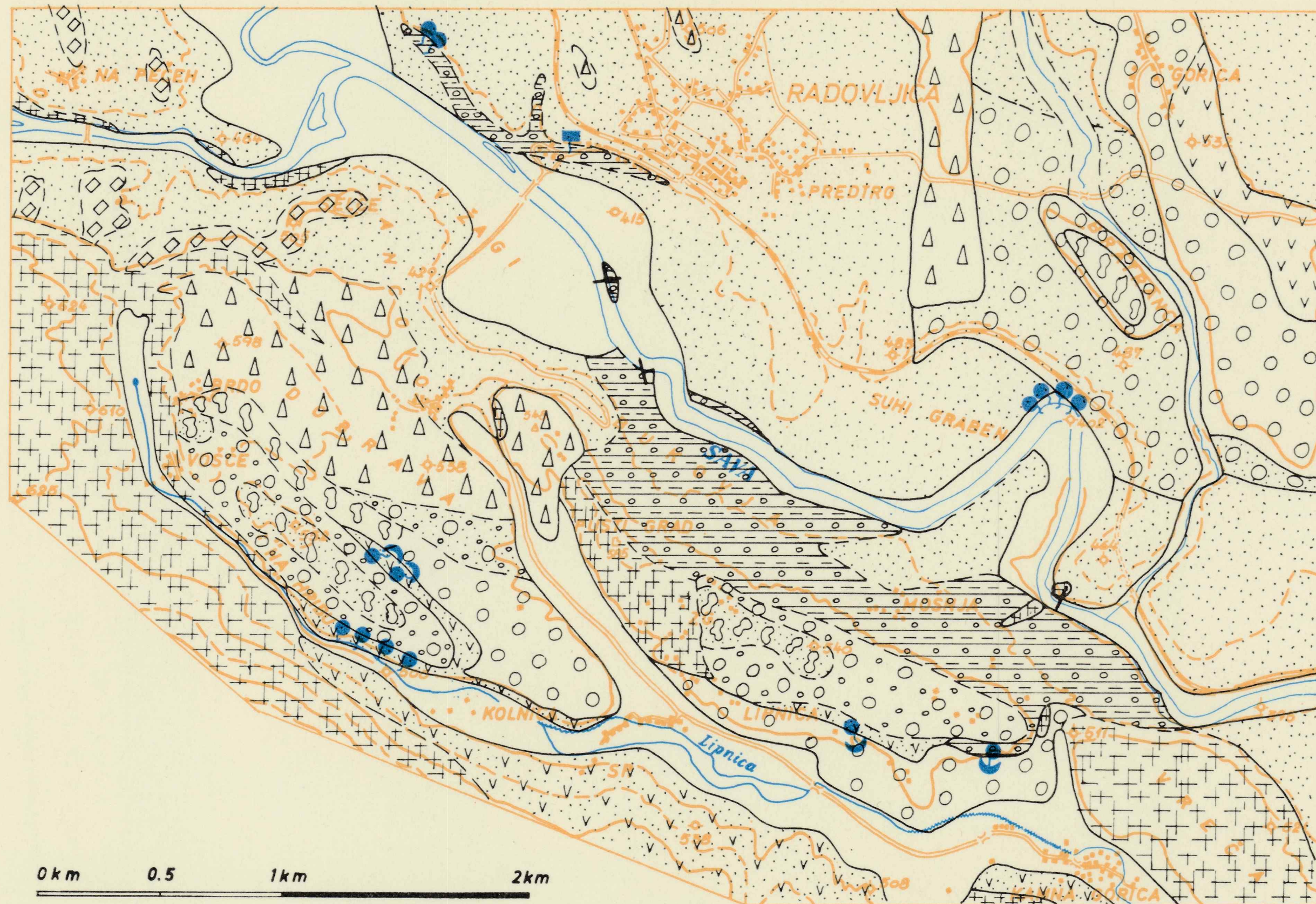
Pod najvišjo teraso starejšega konglomeratnega zasipa leži 15 do 20 m niže srednji konglomeratni zasip. Ta sestavlja teraso Dobravo pri Naklem in široko teraso med Naklim in Kokrico. Cesta Naklo—Kokrica poteka v vsej dolžini po tej terasi.

GEOLOŠKA SKICA BRDSKE IN LIPNIŠKE PLANOTE

PO TELLERJU , KUŠČERJU IN ŽLEBNIKU

GEOLOGIC SKETCH MAP OF BRDA AND LIPNICA PLAINS

ACCORDING TO TELLER , KUŠČER AND ŽLEBNIK



HOLOCEN IN PLEISTOCEN HOLOCENE AND PLEISTOCENE		PROD GRAVEL
		MLAJŠE WÜRMSKE MORENE YOUNGER WÜRM MORAINES
		MLAJŠI WÜRMSKI PRODNI ZASIPI YOUNGER WÜRM GRAVEL FILL
		DOBRAVSKE IN ŠMIDOLSKJE MORENE (WÜRM) DOBRAVA AND ŠMIDOL MORAINES (WÜRM)
		PRODNI ZASIP GRAVEL FILL
PLEISTOCEN PLEISTOCENE		BRDSKE MORENE (RIŠKE) BRDA MORAINES (RISS)
		MLAJŠI KONGLOMERATNI ZASIP YOUNGER CONGLOMERATED FILL
		HRIBSKE MORENE (MINDELSKE) HRIB MORAINES (MINDEL)
		SREDNJI KONGLOMERATNI ZASIP MIDDLE CONGLOMERATED FILL
OLIGOCEN OLIGOCENE		SIVICA MARINE CLAY
		ANDEZITNI TUF ANDESITE TUFF
TRIAS TRIASSIC		PORFIRITNI TUF PORPHYRITE TUFF
		DOLOMIT IN APNENEC DOLOMITE AND LIMESTONE
		GEOLOŠKA MEJA GEOLOGIC BOUNDARY
		VERJETNA GEOLOŠKA MEJA SUPPOSED GEOLOGIC BOUNDARY
		VPAD PLASTI STRIKE AND DIP OF BEDS
		IZVIR SPRING
		ZAJET IZVIR CAPTURED SPRING
		PONOR SWALLOW HOLE

Najlepše so razgaljene konglomeratne in prodne plasti tega zasipa v soteski Save na jugozahodnem robu nakelske Dobrave (višina 450 do 437 m). Zasip ne sestoji le iz konglomerata, ampak v spodnjem delu tudi iz zbita tega proda s konglomeratnimi vložki, ki leži na terciarni podlagi. Prod je dokaj čist, saj vsebuje le 5 % melja in 17 % peska. Njegova debelina se povečuje od zahoda proti vzhodu, od 30 do 50 m.

Neposredno na terciarni podlagi so prodniki zelo debeli, podobno kot pri starejšem konglomeratnem zasipu. Više postajajo bolj drobni. V zgornjem delu zasipa pa nastopa v osrednjem delu Dobrave ponovno konglomerat z zelo debelimi prodniki in nezaobljenimi bloki do 1 m v premeru. Konglomerat ni izrazito plastovit. Površje zasipa je v tem delu zelo strmo nagnjeno proti vzhodu. Nastanka tega izredno debeloznatega zasipa si ne morem prav razlagati. Vsekakor je bila rečna energija v dobi akumulacije tega zasipa veliko večja od današnje, pa tudi transportna razdalja je bila mnogo manjša, ker se sicer ne bi mogli ohraniti nezaobljeni bloki.

Med prodniki v konglomeratu tega zasipa je opaziti zaobljene kose apnenega konglomerata, ki lahko izvirajo le iz starejšega konglomeratnega zasipa, kajti na tem območju ni podobnih konglomeratov niti v terciarnih niti v triadnih skladih. Še jasneje dokazuje to trditev konglomeratni blok z navpično postavljenimi plastmi, ki sem ga našel v vrtači tik pod ježo najvišje dobravske terase starejšega konglomeratnega zasipa. Blok leži v vodoravnih konglomeratnih plasteh srednjega konglomeratnega zasipa in se je odtrgal od strme stene najvišje terase v dobi akumulacije srednjega konglomeratnega zasipa.

Zaobljeni kosi in bloki starejšega konglomerata v srednjem konglomeratnem zasipu dokazujejo, da je le-ta samostojna tvorba, ne pa le erozijska terasa v tako imenovanem »starejšem zasipu«.

Razen tega je s tem dokazano, da je bil starejši konglomeratni zasip že pred akumulacijo srednjega konglomeratnega zasipa sprijet. Konglomerat se je torej cementiral v dobi erozije, ko so bile za to ugodne razmere. Sprijemanje proda je veliko intenzivnejše pri višjih temperaturah, kar dokazujejo najmlajše terase ob Soči, Neretvi in Morači, ki so popolnoma sprijete. Zato sklepamo, da je erozija delovala v toplih medledenih dobah. V glacialih cementacija ni bila možna zaradi mrzlega podnebja in sorazmerno kratke dobe. Večina raziskovalcev pleistocena je namreč prepričana, da so bile medledene dobe mnogo daljše kot ledene.

Najmlajši prodni zasip, katerega würmska starost je na Sorškem in Ljubljanskem polju dokazana, še ni sprijet, ker v poledenitveni dobi niso bili ugodni pogoji za cementacijo, postwürmska doba pa je bila prekratka, da bi se lahko sprijel.

Terciarna podlaga srednjega konglomeratnega zasipa v nakelski Dobravi je na višini 410 do 390 m, pod najvišjo dobravsko teraso pa na višini 445 m. Nenaden padec površja terciarnih plasti pod ježo terase kaže, da je Sava pred pričetkom nasipanja srednjega konglomeratnega zasipa poglobila svojo strugo 30 m globoko v terciarne plasti, potem ko je prerezala ves starejši konglomeratni zasip. Srednji konglomeratni zasip je bil odložen severno od starejšega, kar kaže, da se je tok Save premaknil proti severu, proti nakelski dolini. Terasa na desnem, južnem bregu Save pri

Zgornji Besnici sestoji iz starejšega konglomeratnega zasipa. Nad njo ni nobene konglomeratne terase, kar je precej zanesljiv dokaz, da pripada najstarejšemu konglomeratnemu zasipu.

Srednji konglomeratni zasip med Naklim in Kokrico strmo pada od zahoda proti vzhodu. Na zahodnem robu leži njegovo površje na višini 437 m, na vzhodnem robu pri Rupu pa na višini 405 m. Strmec površine doseže na zahodnem robu 42 ‰, kar je popolnoma nenormalno. Tako velik strmec je lahko nastal le s tektonskim premikanjem. Iz istega vzroka ima enako velik strmec tudi vzhodni del nakelske Dobrave. Vzhodni del terase med zaselkom Frančelni in Rupo je normalno nagnjen proti vzhodu (strmec 10 ‰). Smer naklona terase kaže, da je zasip odložila Sava.

Terasa je prekrita s plastjo rjave peščene gline s preperelimi porfirskimi prodniki. Na zahodnem robu je glinasta plast debela okrog 3 m. Konglomerat pod njo je na zahodnem robu terase nad Naklim debel prek 25 m. Točne debeline ni mogoče ugotoviti, ker ni razgaljena terciarna podlaga. Na vzhodnem robu, ob Rupovščici, je njegova debelina večja od 20 m. Terciarna podlaga tudi ob Rupovščici ni nikjer razgaljena.

Terasa je močno zakrasela. Pogostne so vrtače, globoke do 10 m. Vzdolž ceste Naklo—Kokrica poteka plitva suha dolina. Površinskih tokov, v nasprotju z višjo teraso v Vojvodnem borštu, ni opaziti, kajti površje terciarnih plasti je znatno globlje kot v Vojvodnem borštu.

Pod srednjim konglomeratnim zasipom leži za 10 do 15 m niže mlajši konglomeratni zasip. Predstavljajo ga ozki terasi pri Strahinju in Malem Naklem na zahodnem robu Vojvodnega boršta (višina 430 do 420 m), nekoliko širša terasa vzhodno od Žej v nakelski dolini (višina 448 do 436 m), majhen terasni ostanek pri Malem Naklem (višina 415 m), terasa pri Okroglem (višina 415 m) ter široka terasa med Polico, Struževim, Kranjem in Kokro (višina 413 do 398 m) (sl. 3).

Pri Malem Naklem je opaziti številne prevrnjene bloke starejšega konglomerata med vodoravnimi plastmi nekoliko manj trdno sprijetega konglomerata mlajšega konglomeratnega zasipa.

Tudi mlajši konglomeratni zasip je povsod prekrit s plastjo rjave peščene gline s preperelimi prodniki. Za razliko od starejših zasipov je manj zakrasel; vrtač skoraj ni opaziti.

Terasa so povečini normalno nagnjene. Terasa zahodno od Britofa ima strmec 7 ‰, terasa med Strahinjem in Žejami 13 ‰, planota med Polico in Kranjem pa 7 do 8 ‰. Terasa pri Okroglem ne kaže nobenega strmcia proti jugovzhodu, pač pa je nagnjena proti nakelski dolini. Konglomeratne plasti so vodoravne, pri Struževem pa so nagnjene pod kotom 20° proti jugo—jugovzhodu, kar lahko pripisujemo deltasti plastovitosti ali pa tektonskim premikom. Ti so povzročili, da se je terasa, katere površje je prvotno padalo proti jugovzhodu, nagnila proti severozahodu in severovzhodu. Le na ta način je mogoče razložiti, da skoraj 2 km dolga terasa nima nobenega strmcia.

V teraso se je v neposredni bližini vasi Okroglo vrezala še ena nižja erozijska terasa tako na severovzhodni kot tudi na jugozahodni strani. Tudi v široko teraso med nakelsko dolino, Kranjem in Kokro je vrezana

v mlajši konglomeratni zasip izrazita erozijska terasa. Njena ježa poteka pod Zlatim poljem od doline Save proti dolini Kokre.

Debelino mlajšega konglomeratnega zasipa je mogoče ugotoviti le pri Okroglem, kjer v soteski Save na višini 375 m prihajajo na površje terciarne plasti. Konglomerat je na tem kraju debel 40 m.

Terasa vzhodno od Žej je nagnjena proti jugu, iz česar lahko sklepamo, da pripada njen konglomerat nanosu Tržiške Bistrice.

Konglomerat terase pri Okroglem je nedvomno odložila Sava, kajti na njenem desnem bregu na severnem vznožju Šmarjetne gore ni nobenih konglomeratnih teras. Sava je torej v dobi nasipanja mlajšega konglomeratnega zasipa tekla severno od današnje struge. Najverjetneje je tekla po nakelski dolini; v savski soteski med izlivom Tržiške Bistrice in Okroglim namreč ni niti sledov mlajšega konglomeratnega zasipa.

Na desnem bregu Save sestoje zgornji deli pobočij iz starejšega in srednjega konglomeratnega zasipa, ki leži na sivici, in na levem bregu iz enakih konglomeratnih zasipov. Tržiška Bistrica se je izlivala v Savo v dobi nasipanja srednjega konglomeratnega zasipa povečini južno od Žej, občasno pa že pri Podnartu. Reka je potem, ko je zasula s prodom vso ravnino med Dupljami in Lešnico, pogosto menjavala svojo strugo. Prodni zasip prekriva osrednji del nakelske doline ter oba bregova Tržiške Bistrice. Pri Žejah je njegovo površje 8 m pod površjem mlajšega konglomeratnega zasipa, pri Struževem pa okrog 20 m.

Prvotno površje prodnega zasipa je ohranjeno na bregu Tržiške Bistrice (višina prodne terase pri Zg. Dupljah 458 m, južno od Žej 427 m), v prodni terasi pri Polici (višina 405 m) ter pri Struževem (višina 395 m) (sl. 4).

V prvotni zasip si je Tržiška Bistrica po končanem zasipanju vrezala strugo, ki je pri Polici 25 m globoka, pri Struževem pa več kot 30 m. Pri Polici si je vrezala epigenetsko dolino v konglomerat mlajšega konglomeratnega zasipa, v prodni zasip južno od Police pa si je vrezala še eno teraso. Pri Struževem opazimo celo dve nižji terasi v prodnem zasipu. Severozahodno od Naklega postaja struga vedno plitvejša in končno izgine.

Nastanka doline nikakor ni mogoče pripisati kakemu potoku iz Vojvodnega boršta, kot domneva Šifrer (1963). Po podatkih opazovanj poniknejo vsi potoki, ki pritečejo od Dupelj in Strahinja, v prodni zasip. Le ob največjih nalivih teče voda po suhi dolini do Struževega, vendar le zelo kratko dobo. Zdi se mi nemogoče, da bi občasni potok vrezal tako globoko dolino, ki pri Polici seže celo v konglomerat. Razen tega kaže topografska karta 1:25.000, da poteka struga zahodno od Naklega tik pod nakelsko Dobravo, ne pa iz smeri Strahinja.

Strmec prodnega zasipa, ki sem ga izračunal po ohranjenih ostankih nekdanjega površja terase, je med Zgornjimi Dupljami in Žejami 10 ‰, med Tržiško Bistrico in Polico 6 ‰, med Polico in Struževim pa 7,8 ‰. V prodni zasip je med Žejami in Struževim vrezana precej globoka dolina, ki ima znatno večji strmec.

Debeline zasipa v nakelski dolini ni mogoče natančno oceniti, ker ni nikjer razgaljena terciarna podlaga, verjetno je enaka kot na desnem bregu Bistrice, kjer doseže 35 m. Verjetno leži prodni zasip v vsej nakelski do-

lini neposredno na terciarnih plasteh, kot na desnem bregu Tržiške Bistrice.

V fazi erozije po končanem nasipanju mlajšega konglomeratnega zasipa se je reka (verjetno Sava) skozi konglomerat zarezala v terciarno podlago. Kako globoko je segla, ni znano, ker pod prodnim zasipom ni izdankov terciarnih plasti.

Eroziji je sledilo nasipanje proda v nakelski dolini, vendar prodni zasip ni segel do nivoja najmlajše konglomeratne terase. Iz gradiva prodnega zasipa ni mogoče sklepati, ali ga je nasula Sava, ali Tržiška Bistrica, ker sta si prodna zasipa Tržiške Bistrice in Save zelo podobna.

Pri nadrobnejšem ogledu velike gramozne jame pri Polici sem opazil, da v njej prevladuje droben peščen prod, le na vrhu leži 2 m debela plast debelejšega proda. Enaka je sestava prodnega zasipa v najvišji savski prodni terasi pod Ljubnim in pod Brezjami. Zato pripisujem prodni zasip v nakelski dolini savskemu nasipanju. Bistriški prod prodnega zasipa, npr. pri Žejah, je znatno debelejši. Tej domnevi v prid govori tudi dejstvo, da v savski soteski med izlivom Tržiške Bistrice in Struževim ni opaziti nobenih sledov prodnega zasipa, kot je ugotovil že Ilešič (1935). Približno 1 km nizvodno od izliva Tržiške Bistrice opazimo na strmem levem savskem bregu ozko teraso na koti 400 m; sestoji iz konglomeratnih blokov in proda. Terasa torej po svoji nadmorski višini in sestavi pripada nekemu mlajšemu prodnemu zasipu.

Sava se je pretočila v sedanjo strugo neposredno po končani akumulaciji, ko je zasula s prodom vso nakelsko dolino. Akumulacijski fazi je sledila erozija, ko so se reke zopet začele zarezovati v svoje lastne naplavine. Verjetno je pred pretočitvijo tekla po sedanji savski strugi med Podnartom in Struževim Nemiljščica, ki je oblikovala tudi erozijsko teraso v konglomeratu pod cerkvijo v Okroglem, katere površje je na koti 405 m. Na severni strani konglomeratne terase pri Okroglem opazimo na isti nadmorski višini enako teraso, ki jo pripisujemo savski eroziji v fazi vrezovanja pred akumulacijo prodnega zasipa.

Eden od pritokov Nemiljščice je verjetno pritekel z leve strani v smeri današnjega spodnjega toka Bistrice. V začetku erozijske faze se je vedno globlje zadenjsko zarezoval v prodno bariero, dokler se ta ni tako stanjšala, da si je Sava utrla pot proti sedanji strugi. Tržiška Bistrica se je pretočila nekoliko pozneje. Ko se je Sava že preusmerila v sedanjo strugo, je Tržiška Bistrica še vedno tekla po nakelski dolini proti Struževemu, kjer se je izlivala v Savo. Ta se je začela vrezovati vedno globlje, vendar je bilo vrezovanje večkrat prekinjeno, zaradi česar je nastalo več teras. Pri Okroglem leže pod jugozahodnim robom konglomeratne terase tri prodne terase. Najvišja leži na višini 395 m, torej 10 m niže kot prodna terasa pri Polici. Njihov nastanek je pripisati kratkim fazam nasipanja v dobi vrezovanja po končani akumulaciji prodnega zasipa. Podobne terase zasledimo na več krajih ob Savi nad izlivom Tržiške Bistrice, pa tudi pod Kranjem.

Obenem z vrezovanjem Save se je začela zadenjsko zarezovati tudi Tržiška Bistrica. Zarezovanje je napredovalo od Struževega proti Naklemu in Žejam. Na ta način si je Tržiška Bistrica v spodnjem delu toka močno povečala strmec, zato je začela v zgornjem toku nasipati, da je izravnala

svoj strmec. Zarezovanje je bilo, podobno kot v dolini Save, večkrat prekinjeno, kar kažeta dve izraziti terasi v prodnem zasipu pri Struževem, medtem ko je pri Polici razvita le ena terasa. To kaže, da se je pri Polici erozija pojavila z določeno časovno zakasnitvijo (manjka ena erozijska terasa), medtem ko se pri Žejah erozija sploh še ni uveljavila, ampak je reka še nasipala. Ob nekem zelo visokem stanju, ko se je Bistrica široko razlila po prodni ravnini med Žejami in Dolenjo vasjo, se je preusmerila proti današnji strugi po isti poti kot prej Sava.

Pleistocenski zasipi med Podnartom in Radovljico

Pri opisu pleistocenskih zasipov nad Podnartom sem se opiral na lastna opazovanja, delno pa tudi na izsledke Kuščerja in Šifrerja, kajti ozemlja nisem nadrobno kartiral.

Po Šifrerju (1963) je najstarejši konglomeratni zasip ohranjen le severno od Save na najvišjih grebenih gričevja nad Tržiško Bistrico in Žgošo. Po nadmorski višini in po kartiranju uvrščam v ta zasip tudi konglomeratno teraso pri Rovtah (kota 483 m), Poljščico (kota 484 m) ter Zgornjo Dobravo (kota 500 m).

Šifrer je prištel srednjemu konglomeratnemu zasipu terase pri Česnјici, Spodnjo, Srednjo in Zgornjo Dobravo ter teraso nad Ljubnim. Toda Zgornja Dobrava je ločena od Srednje z izrazito ježo. To kaže, da pripada starejšemu konglomeratnemu zasipu.

V Radovljiški kotlini sta del istega zasipa Lipniška in Brdska planota. Že Kuščer (1955) je domneval, da pripada Lipniška planota (višina 540 m) višjemu nivoju kot Bratranca (višina 513 m), ki jo je Šifrer štel k najmlajši konglomeratni terasi. Preperele morene na Brdski planoti je Šifrer uvrstil v riško poledenitveno dobo, za morene na Lipniški planoti pa je domneval, da so verjetno iste starosti. Prav tako je imel za riške morene na Bratraci in Ledevnici, čeprav leže znatno nižje kot na Brdski in Lipniški planoti.

Nejasnosti v Šifrerjevih izvajanjih so me spodbudile, da sem si ozemlje na desnem bregu Save ogledal nadrobneje. Na Brdski in Lipniški planoti sem našel dva samostojna konglomeratna zasipa, srednjega in mlajšega. Na srednjem konglomeratnem zasipu leže morene, ki so pokrite z debelo plastjo rdečkasto rjave gline, iz katere mole le posamezni porfirski bloki, ki dosežejo do 2 m premera. Imenujem jih hribske morene (po zaselku Na hribu). Morene so morfološko jasno izražene; na Brdski planoti sestoje iz njih kopasti griči s kotami 567 m, 552 m in 551 m. Na Lipniški planoti so hribski morenski nasipi najlepše izraženi v dveh kopastih gričih s koto 540 m, kjer štrle iz preperine številni porfirski bloki. Pod morenami je na obeh planotah trdno sprijet konglomerat. Nastanek moren si razlagamo na ta način, da se je ledenik pri svojem napredovanju povzpел na prod, ki so ga ledeniški potoki v dobi stagniranja ledenika nasuli pred čelnimi morenami. Ugovor, da hribske morene morda pripadajo mlajši poledenitveni dobi, je lahko ovreči, kajti konglomerat in na njem ležeče morene so odrezani proti nižje ležeči terasi mlajšega konglomeratnega za-

sipa s strmo ježo, v kateri prihaja na površje tuf. Posebno lepo je to vidno severno od kote 551 m na Brdski planoti in v ježi terase na južnem robu Lipniške planote.

Niže ležeči mlajši konglomeratni zasip je na južnem robu Lipniške planote že popolnoma sprijet, prav tako tudi nad Kolnico. Na severnem robu terase nad Kolnico je pri koti 488 m razgaljen v ježi še skoraj nesprjet prod, vendar je možno, da pripada prodnemu zasipu in je samo prislonjen ob konglomeratni zasip. Povsod drugod sestoji ta terasa iz konglomerata, ki pa je nekoliko manj trdno sprijet kot konglomerat višje terase.

Prodniki mlajšega konglomeratnega zasipa v terasi nad Kolnico so drobni in slabo zaobljeni. Med drobnozrnati konglomerat so na mnogih krajih vložene plasti z izredno debelimi prodniki ter bloki do 2 m v premeru. V terasi na južnem robu Lipniške planote je konglomerat sicer precej debel, vendar tako velikih blokov tam ne opazimo. Slaba zaobljenost prodnikov in veliki bloki v konglomeratu kažejo na kratko transportno razdaljo ter bližino moren, odkoder so ledeniški potoki odnašali material ter ga že na kratko razdaljo zopet odlagali.

Konglomeratni zasip nad Kolnico je v zvezi z morenskimi nasipom, ki se razprostira med starimi morenami Na hribu in mlajšo moreno na Dobravi. Morenski nasip imenujem brdsko moreno (po zaselku Brdo). Zvezo med teraso in moreno je ugotovil že Šifrer. Brdska morena je nekoliko manj preperela kot stare hribske morene na Brdski in Lipniški planoti, zato so ohranjeni na površju razen porfirskih tudi apneni bloki. V vseku ob poti od Lancovega proti zaselku Na hribu je morena razgaljena, v njej pa sem opazil številne apnene oražence.

Površje mlajšega konglomeratnega zasipa pada od kote 520 m neposredno pod morenskimi nasipom do kote 495 m nad Kamno gorico, kjer je nekoliko nižje kot Bratranca (kota 513 m). Vendar moramo upoštevati, da leži na tej terasi vsaj 10 m debela morena, torej je površje pod njo ležečega konglomeratnega zasipa na višini okrog 500 m. Iz tega sledi, da so zasipi nad Kolnico, na južnem robu Lipniške planote in na Bratrancu enaki ne le po sestavi, temveč tudi po morfologiji. Nadaljnji sklep, ki sledi iz tega, je, da pripada višje ležeči konglomeratni zasip na Brdski in Lipniški planoti srednjemu konglomeratnemu zasipu. Če uvrstimo morene na Bratrancu in brdsko moreno v riško poledenitveno dobo, tedaj so višje ležeče hribske morene na Brdski in Lipniški planoti mindelske (sl. 5).

Mlajši konglomeratni zasip se nadaljuje vzhodno od Bratrance, kjer je prekrit z moreno, v konglomeratni terasi zahodno od Mošenj in v brezjanski terasi. Po strmem zahodnem delu brezjanske terase je sklepal Šifrer na bližino ledenika.

Na robu terase pri Brezjah so v gramozni jami lepo razgaljene plasti mlajšega konglomeratnega zasipa. Zgoraj prevladuje zelo debel in že popolnoma sprijet konglomerat, spodaj, neposredno na terciarnih plasteh, pa leži droben in zelo malo sprijet prod.

Na desnem bregu Save je mlajši konglomeratni zasip ohranjen v terasi pri Prezrenju in v malem terasnem ostanku pri Poljščici. Ta terasa se nadaljuje v terasi južno od Bistrice. Med Kamno gorico in Prezrenjem ta zasip na desnem bregu Save ni nikjer ohranjen.

Ob brdsko moreno je na Brdski planoti prislonjena würmska morena, iz katere sestoji Dobrava. Imenujem jo dobravsko-šmidolska morena. Na levem bregu Save je namreč dobravski moreni ekvivalentna šmidolska morena. Na površju morene so pogostni apneni in porfirski bloki, v cestnem vseku iz zaselka Na hribu v Lancovo pa je morena s številnimi oraženci lepo razkrita. Proti jugovzhodu prehaja v prodni zasip, ki pa je ohranjen le v neznatnih terasnih ostankih v Lancovski dolini (višina 490 m), prislonjenih ob mlajši konglomeratni zasip.

Na levem savskem bregu so po Kuščerjevem (1955) opisu enake razmere. Prodni zasip se nadaljuje od šmidolskih moren v prodni terasi južno od Bratrance (kota 487 m) na drugi breg Zgoše (višina 480 m) in prek Mošenjskega potoka ob južnem robu brezjanske terase (višina 470 do 463 m) v ljubensko teraso (višina 451 m). Prodni zasip pod Brezjami in v ljubenski terasi je zelo droben, prav tako kot v nakelski dolini.

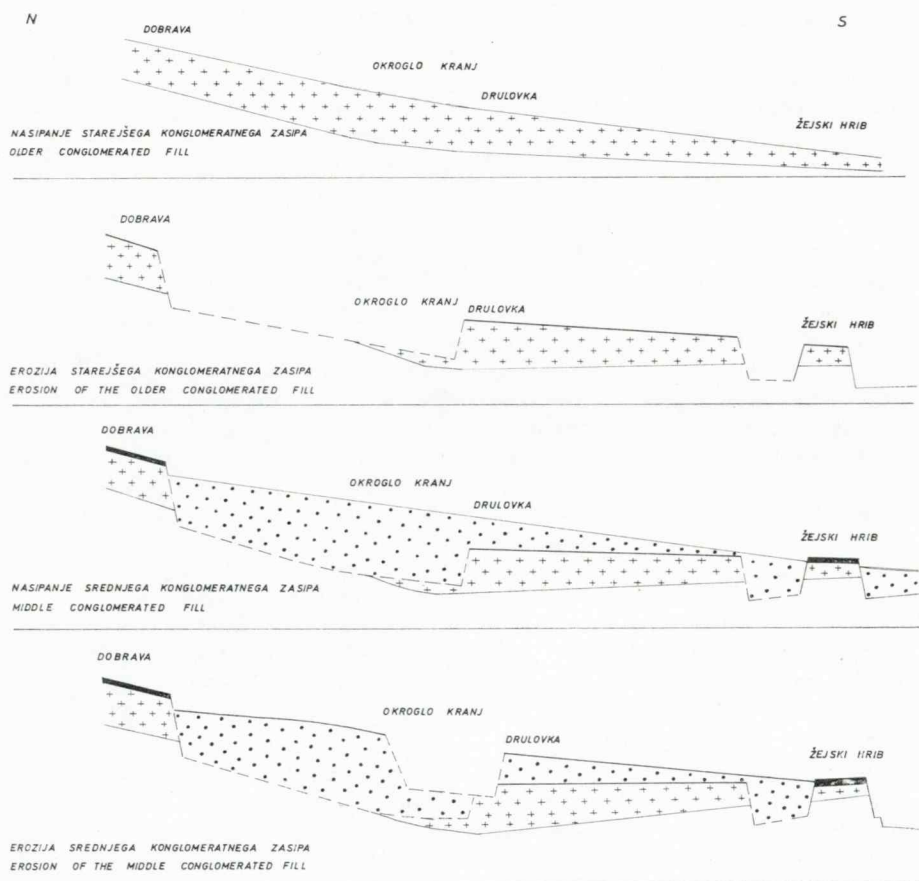
Iz opisa, ki sem ga podal, je vidno, da so srednji in mlajši konglomeratni zasip ter prodni zasip v tesni zvezi z ustreznimi morenami. Nikjer pa niso ohranjene morene, ki bi ustrezale starejšemu konglomeratnemu zasipu. Za ostale tri zasipe pa lahko trdimo, da tvorijo z ustreznimi morenami glaciofluvialne sisteme.

Najmočnejše so reke nasipale neposredno pred čelnimi morenami, kjer se je odlagal ves debelejši material, vendar samo v dobah, ko se je ledenik topil in so ledeniške reke močno narasle. Verjetno so reke nanesele večji del zasipov v dobah rahlega umikanja ledenikov, ko so močno narasle in so odnašale velike množine materiala iz moren ter ga nato odlagale. V mrzlejših obdobjih, ko je ledenik napredoval, so reke upadle in nanašale le drobnejši material, ki so ga odložile že po kratki razdalji. V mlajšem konglomeratnem zasipu nad Kolnico v neposredni bližini brdske morene se menjavajo plasti konglomerata iz zelo drobnih slabo zaobljenih prodnikov in plasti konglomerata z bloki do 2 m premera. Enako menjavanje plasti opazimo tudi v Bratranci in celo v nakelski Dobravi, ki je oddaljena od ustreznih hribskih moren na Lipniški planoti 10 km. Vsekakor je mogla Sava prenašati do 1 m debele bloke, kakršni so v nakelski Dobravi, le z zelo veliko vodno energijo.

Tej domnevi v prid govore tudi razmere v Radovljiški kotlini. Tam leže morene skoraj povsod na prodnih in konglomeratnih zasipih, kar kaže, da so le-ti nastali tedaj, ko je ledenik stagniral ali pa se rahlo umikal, nato pa je ob višku poledenitve prekril pred seboj ležeče prodne naplavine.

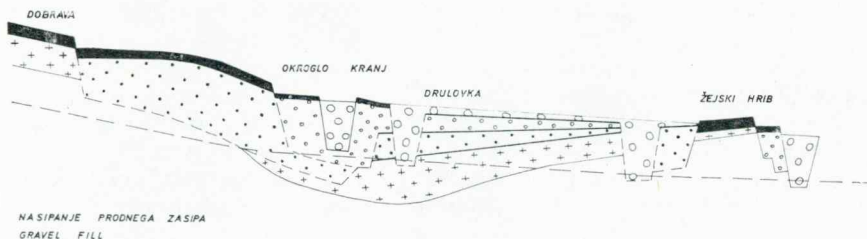
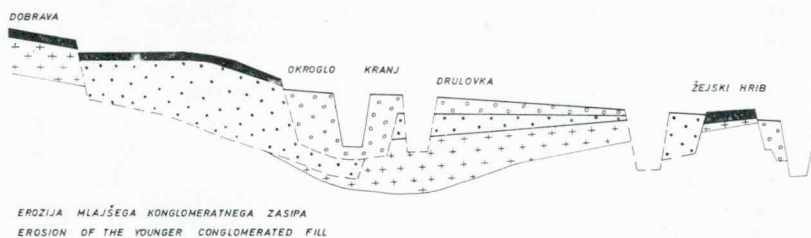
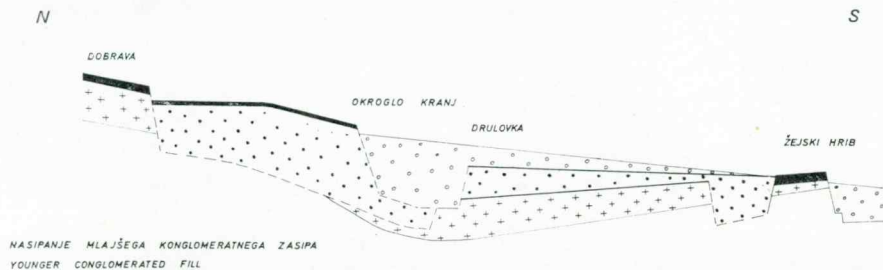
Razmere v Radovljiški kotlini in nizvodno v savski dolini kažejo, da se je prod v manjši meri odlagal tudi v interstadialih in v postwürmski dobi. V Radovljiški kotlini so po Kuščerjevih (1955) ugotovitvah nastale v enem od würmskih interstadialov deltaste plasti III. terase. V savski dolini so po Ilešiču (1935) med Radovljico in Kranjem ohranjene številne postwürmske prodne terase. Nastale so v obdobjih, ko je erozija stagnirala in je Sava nasula tanke plasti proda.

Verjetno so reke občasno nanašale prod tudi v interglacialnih obdobjih v presledkih med splošnim poglobljanjem. Debelina prodnih naplavin, ki so jih reke odložile v teh presledkih, je bila majhna. V glacialni dobi, ko



Sl. 6. Shematski prikaz razvoja konglomeratnih in prodnih zasipov na Sorškem polju

Fig. 6. Schematic presentation of the development of the conglomerated and gravel fills on Sorško polje



STAREJŠI KONGLOMERATNI ZASIP
OLDER CONGLOMERATED FILL



MLAJŠI KONGLOMERATNI ZASIP
YOUNGER CONGLOMERATED FILL



SREDNJI KONGLOMERATNI ZASIP
MIDDLE CONGLOMERATED FILL



PRODNI ZASIP
GRAVEL FILL

--- DNO SAVSKE DOLINE ZUNAJ PROFILA
BOTTOM OF THE SAVA VALLEY OUT OF
THE PROFILE

CLAYEY WEATHERED MATERIAL

so reke začele močnejše nasipati, so postopno popolnoma prekrile vse prodne terase, ki so nastale v fazi erozije; zato niso nikjer vidne.

Nastanek debelih konglomeratnih plasti v Vratih, Kotu in Kranjski gori, ki jih je Rakovec (1949) uvrstil v zadnji interglacial, še ni pojasnjen. Po Rakovcu se je zadnji interglacial začel z erozijo, ki ji je sledilo nasipanje, nato pa se je pred würmsko poledenitvijo zopet uveljavila erozija. V akumulacijski fazi med obema erozijskima fazama so bile v riško-würmskem interglacialu odložene debele plasti proda. Ni pa nujno, da je bilo nasipanje v tej fazi tako močno v vsej dolini Save. Veliko debelino plasti proda lahko pripisujemo lokalnemu grezanju visokoalpskih dolin v tej fazi.

Pleistocenski zasipi na Kranjskem in Sorškem polju

Konglomeratne zasipe teras, ki so severozahodno od Kranja na površju, prekriva na Kranjskem in Sorškem polju prodni zasip. V osrednjem delu Kranjskega in Sorškega polja so po podatkih vrtanja vložene med konglomerat in prod plasti rjave peščene gline s preperelimi porfirskimi prodniki, ki predstavljajo ostanek preperellega površja starejših zasipov. Najgloblje plasti rjave peščene gline s preperelimi prodniki sem zasledil v vrtini S-24 v Drulovki na višini 274 m, v vrtini S-26 pod Žerjavko na višini 292 m, v vrtini S-20 severno od Trate na višini 330 m in v vrtini v Brniku na višini 315 m. Ti podatki kažejo, da se nekdanje površje starejšega konglomeratnega zasipa dviga od sredine polja proti Žejškemu hribu in Plani gmajni. Če predpostavimo, da površje Žejškega hriba vpada proti severu pod prodni zasip in oba mlajša konglomeratna zasipa ter se nadaljuje v omenjene glinaste vložke, je v Žerjavki površje starejšega konglomeratnega zasipa 80 m niže, v Drulovki pa 100 m niže. Za toliko se je torej pogreznila sredina polja glede na Žejski hrib po odložitvi starejšega konglomeratnega zasipa.

Jasno sliko o intenzivnosti grezanja na ozemlju med Drulovko in Žejškim hribom bi dobili, če bi na tem območju izvrtali še nekaj vrtin (sl. 6).

V dobi akumulacije starejšega konglomeratnega zasipa se je sredina Sorškega polja enako intenzivno grezala kot njegov rob, kajti v Žejškem hribu je pri Žejah zasip debel 15 m, pri Jeperci 20 m, v Žerjavki 16 m in v Drulovki 17 m. Nasprotno pa se zdi, da se je osrednji del Kranjskega polja močnejše grezal kot obrobje, kajti na Plani gmajni je starejši konglomeratni zasip v vzhodnem delu debel 10 m, v zahodnem delu prek 10 m, v vrtini S-28 v Brniku pa 40 m, vendar podatki te vrtine niso povsem zanesljivi. Večanje debeline zasipa pa lahko pripišemo tudi načinu odlaganja proda v kokrškem vršaju, ki je bil v severnem delu ob iztoku reke iz ozke doline gotovo debelejši kot v južnem delu.

Terciarna podlaga pleistocenskih plasti leži v sredini Kranjskega in Sorškega polja zelo globoko. Največjo globino doseže na Sorškem polju, kjer so bile terciarne plasti ugotovljene v vrtini S-24 pri Drulovki na višini 257 m in v vrtini S-19 na Meji na višini 261 m. Osrednja kotanja na Sorškem polju se nadaljuje na Kranjsko polje, kjer je nekoliko plitvejša. V vrtini S-32 pri Šenčurju je terciarna podlaga na višini 300 m, v vrtini S-27 v Vogljah na 394 m, v vrtini S-28 pri Brniku pa na 275 m. Robovi

kotanje se precej strmo dvigajo proti zahodu, severu in jugu. Skupna debelina pleistocenskih plasti v osrednjem delu kotanje skoraj povsod presegajo 100 m.

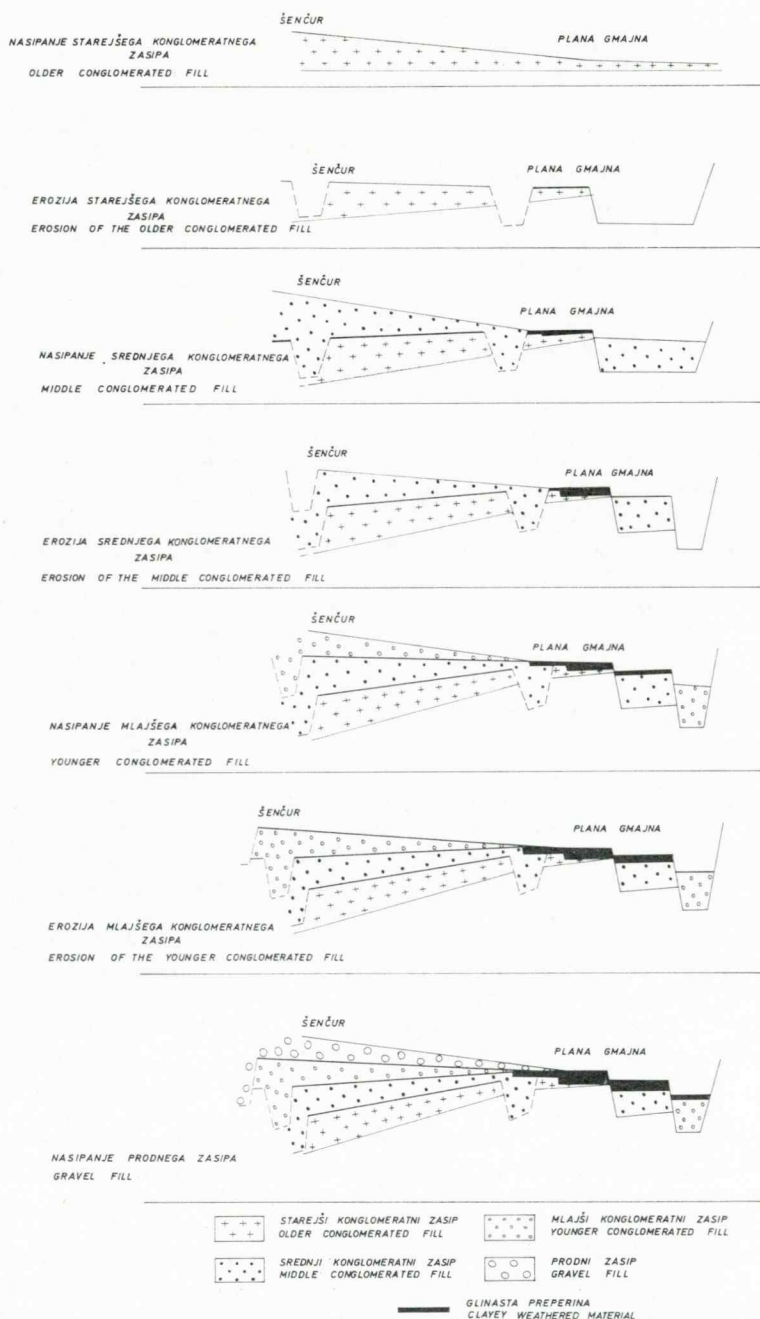
Ko sta se Sava in Kokra zaradi splošnega dviganja ozemlja zarezali v starejši konglomeratni zasip, je akumulaciji starejšega konglomeratnega zasipa sledila erozija. Zaradi upogibanja sinklinale, v kateri je bil odložen starejši konglomeratni zasip na Kranjskem in Sorškem polju, se je nagnilo površje zasipa proti sredini polja. Površje Žejskega hriba in najvišje terase v Plani gmajni pa kljub temu ne moremo enostavno podaljšati v glinaste vložke na sredini polja, kajti terasi sta na severozahodu, oziroma severovzhodu omejeni z izrazito ježo. To kaže, da so tod potekale v erozijski fazi dokaj globoke struge rek, ki jih lahko zasledujemo le na robovih najvišjih teras, medtem ko njihovega nadaljevanja proti sredini polja ne moremo zanesljivo ugotoviti. Stare rečne struge v osrednjem delu polja bi bilo iskati na krajih, kjer v vrtinah ni bilo glinasto prodne plasti, ki predstavlja preperelo površje zasipa. V erozijski fazi je namreč reka na krajih, kjer je vrezovala svojo strugo, to plast odnesla.

Na Kranjskem in Sorškem polju verjetno pripadajo srednjemu konglomeratnemu zasipu konglomeratne in prodne plasti med najnižjim glinasto prodnim vložkom in naslednjim višjim. Na Sorškem polju bi bilo mogoče uvrstiti v ta zasip prodne in konglomeratne plasti v vrtini S-23 v globini od 56 do 95 m, v vrtini S-20 pa od 13 do 32 m. Površje zasipa je torej v vrtini S-23 na višini 316 m in v vrtini S-20 na 359 m, medtem ko je pri Gorenji vasi zasip ohranjen na površju na višini 360 m. Navedeni podatki kažejo, da se je površje zasipa po njegovi odložitvi nagnilo proti sredini polja podobno kot pri starejšem konglomeratnem zasipu, kjer sta ga pozneje prekrila mlajši konglomeratni in prodni zasip.

Na Kranjskem polju razmere niso popolnoma jasne. Prodni vršaj Kokre prekriva ves mlajši konglomeratni zasip in leži na severnem robu Plane gmajne neposredno na obeh starejših konglomeratnih zasipih. Zato je interpretacija razvoja pleistocenskih plasti na tem območju problematična, kajti mlajši prodni pokrov prekriva stik med mlajšim in srednjim konglomeratnim zasipom. Po analogiji z razmerami na Sorškem polje sklepamo, da vpada srednji konglomeratni zasip Plane gmajne proti severu pod mlajši konglomeratni zasip. Ta ga je prekril potem ko se je površje srednjega konglomeratnega zasipa zaradi tektonskega delovanja nekoliko nagnilo proti severu (sl. 7).

V vrtinah S-28 v Brniku, S-32 v Šenčurju in S-27 v Vogljah je bilo ugotovljenih po več glinasto prodnih plasti. Zgornje prodne in glinaste plasti, do globine 10 do 15 m pod površjem, sem uvrstil v prodni zasip; prod med glinastimi plastmi je namreč tu povsem nesprijet, medtem ko so v globlje ležečih prodnih plasteh pogostni konglomeratni vložki.

V vrtinah S-27, S-32 in V-I/48 (na aerodromu v Brniku) se v globljih plasteh pojavlja le ena izrazita plast gline s prodniki, zato ni mogoče zanesljivo ugotoviti, če so razviti vsi trije konglomeratni zasipi. Vsekakor pa lahko uvrstimo v srednji konglomeratni zasip konglomeratne in prodne plasti neposredno pod glinasto prodno plastjo, ki leži v vrtini S-27 v globini 41 m, v vrtini S-28 pa 21 m pod površjem.



Sl. 7. Shematski prikaz razvoja konglomeratnih in prodnih zasipov na Kranjskem polju in Plani gmajni

Fig. 7. Schematic presentation of the development of the conglomerated and gravel fills on Kranjsko polje and Plana Gmajna

Površje srednjega konglomeratnega zasipa je na severnem robu Plane gmajne na višini 363 do 368 m, v vrtini V-I/48 na višini 362 m, v vrtini S-32 371 m, medtem ko je v vrtini S-27 zelo globoko, na višini 328 m.

Površje srednjega konglomeratnega zasipa se po teh podatkih sodeč skoraj vodoravno nadaljuje iz Plane gmajne proti severu, kjer ga prekrivata mlajši konglomeratni in prodni zasip. Le proti severozahodu v smeri Vogelj je nekoliko strmeje nagnjeno.

Na rjavi peščeni glini s porfirskimi prodniki preperelega površja srednjega konglomeratnega zasipa leži mlajši konglomeratni zasip. Ta je na Kranjskem polju in v osrednjem delu Sorškega polja prekrit s prodnim zasipom, le v zahodnem delu Sorškega polja v Smrekovi in Veliki Dobravi ter vzdolž Save med Prašami, Žejami in Svetjem se dviga nad prodni zasip. Proti severu vpada mlajši konglomeratni zasip Velike Dobrave pod prodni vršaj Save. Zasip pada proti jugovzhodu od višine 365 do 355 m. Strmec zasipa je 5 ‰. V skrajnem severnem delu je površje popolnoma ravno in vpada pod prodni zasip. Po podatkih vrtin S-20 in S-18 je na površju 2,3 do 3,1 m debela plast rjave peščene gline, pod njo pa se menjavajo prodne in konglomeratne plasti. Mlajšemu konglomeratnemu zasipu prištevam le prodne in konglomeratne plasti do najvišjega glinasto prodnega vložka, ki leži v vrtini S-20 v globini 13 m.

Istemu zasipu pripada tudi terasa na ozemlju med Prašami, Mavčičami, Mošami, Podrečo, Žejami in Svetjem. Terasa se dviga do 5 m nad prodni zasip, proti severu pa vpada pod njega. Terasa je namreč med Mavčičami in Prašami rahlo nagnjena proti severu in je zato razumljivo, da jo pri Prašah prekriva prodni zasip, ki je močno nagnjen proti jugu (strmec 6 ‰). Pri Mavčičah je površje prodnega zasipa okrog 3 m nižje od konglomeratne terase, prav tako tudi pri Podreči, medtem ko je višinska razlika pri Žejah 5 m. Od Mavčič proti Podreči je mlajši konglomeratni zasip strmeje nagnjen (strmec 6 ‰), zato je višinska razlika med konglomeratnim in prodnim zasipom konstantna. Med Podrečo in Svetjem ni opaziti nobenega strmca površja, kar kaže, da se je nagnilo proti severu, oziroma se je južni rob dvignil. V skladu z dvignjenim južnim robom se poveča višinska razlika med prodnim in konglomeratnim zasipom na 5 m. V prid teze o nagibanju konglomeratnega zasipa govorijo tudi rahlo proti severu nagnjene konglomeratne plasti pri smledniškem mostu, ki leže na terciarni sivici. Zasip prekriva rjava peščena glina, debela 2 do 3 m.

Debelina zasipa je znana le na južnem robu med Žejami in Svetjem, kjer se nad Savo in Soro kaže terciarna sivica. Debelina niha od 15 do 24 m. V osrednjem in severnem delu terase ni podatkov o debelini tega zasipa, ker v savski soteski nisem zasledil nobenih glinasto prodnih vložkov med konglomeratnimi plastmi, po katerih bi mogel sklepati na njegovo debelino. Verjetno so bili ti vložki zaradi erozije pred nasipanjem mlajšega konglomeratnega zasipa odneseni.

V osrednjem in severnem delu Sorškega polja ter na Kranjskem polju severno od Plane gmajne je mlajši konglomeratni zasip prekrit z največ 10 m debelo plastjo proda. Prodni zasip je debelejši le v fosilni savski strugi, ki poteka od Drulovke proti Jeperci, in verjetno v stari kokrški strugi, katere potek ni točno znan (sl. 8).

Iz podatkov vrtanja vidimo, da je pod prodnim zasipom povsod, razen v fosilnih strugah, ohranjeno preperelo glinasto površje mlajšega konglomeratnega zasipa. Preperina pa je tanjša kot v Veliki in Smrekovi Dobravi, kjer mlajši konglomeratni zasip ni prekrit s prodom. Stanjšanje vrhnje glinaste plasti je mogoče razlagati z rahlo bočno erozijo, med katero je reka odnesla del preperle plasti, potem ko je zapolnila s prodom staro strugo in se na široko razlila po polju. Šele na to, nekoliko erodirano površje, je odložila prod.

Severno od Meje in na Kranjskem polju leži prodni zasip na nestanjšani glinasti plasti, ki prekriva mlajši konglomeratni zasip. Razlog za to je iskati v zelo položnem površju reliefa na tem območju. Ko se je reka razlila iz ozke in strmo nagnjene doline nad Kranjem, je le odlagala in si sčasoma nasula dokaj strm vršaj.

Po končanem nasipanju mlajšega konglomeratnega zasipa sta začeli Sava in Kokra močno erodirati. Na Sorškem polju si je v tej dobi Sava vrezala v konglomerat 35 do 40 m globoko strugo, ki je potekala, kot je pokazalo vrtanje od Drulovke prek vrtin S-24, S-23, S-15 in nato med Senico in Jeperco do Sore. Južno od Jeperce in Senice je erozija odstranila ves konglomerat starejših zasipov in je stara struga vrezana v terciarne plasti.

Na Kranjskem polju je bilo mogoče ugotoviti zasuto staro strugo, ki jo je verjetno izdolbla Kokra, le pri Dragočajni, njenega nadaljevanja proti severu in jugu pa ne poznamo zanesljivo. Vsekakor je možno, da je stara struga, Kokre potekala v bližini današnje savske struge proti Primskovemu, kjer se kanjon Kokre precej razširi in na levem bregu ni več opaziti konglomerata, ampak le prodni nanos.

Vrezovanje je bilo posledica splošnega dviganja ozemlja, ki pa je bilo zelo neenakomerno. Na Kranjskem in Sorškem polju se je najbolj dvigalo obrobje, verjetno zaradi sinklinalnega upogibanja terciarnih in na njih ležečih pleistocenskih plasti. Dokaz za taka tektonska premikanja je deformirano površje mlajšega konglomeratnega zasipa.

Vrezovanju je sledilo zasipanje, ki ga je povzročilo bodisi stagniranje v dviganju, rahlo grezanje ozemlja ali pa poledenitev. V dobi zasipanja so reke zapolnile stare struge, se nato na široko razlile in odložile obsežne vršaje.

Največji obseg zavzemajo naplavine prodnega zasipa na Kranjskem in Sorškem polju v starih vršajih Save in Kokre. Po podatkih vrtin sklepamo, da je prodni zasip na Sorškem polju povečini tanek in prekriva preperelo površje mlajšega konglomeratnega zasipa. Prodni zasip pa je znatno debelejši v stari savski strugi, ki si jo je Sava vrezala v erozijski fazi po končani akumulaciji mlajšega konglomeratnega zasipa. Med Jeperco in Senico, kjer leži ta zasip neposredno na terciarnih plasteh, je debel do 38 m. V vrtini S-14 pri Senici leži pod prodom 3,3 m debela plast šote, ki ji Šercelj po sestavi peloda pripisuje interglacialno ali interstadialno starost, najverjetneje pa pripada zadnjemu interglacialu, ker ne vsebuje nobenih starejših elementov. Pod šoto leži okrog 3 m debela plast peska z neapnenim prodom, pod njim pa sivica. Prod nad šoto je vsekakor mlajši od zadnjega interglaciala, torej je würmske starosti (sl. 9).

V osrednjem delu Sorškega polja v stari zasuti savski strugi ni mogoče v vrtinah vedno zanesljivo ločiti prodnega od starejših zasipov, ki povečini niso sprijeti. Edina opora za razlikovanje je značilna siva barva prodnega zasipa, medtem ko so starejši zasipi svetlo sivi, rumenkasti in rumenkasto rjavi. Razen tega vsebuje prod starejših zasipov pogostne vložke konglomerata, pa tudi prod je zelo močno zbit, kar se je pokazalo v počasnejšem napredku vrtanja.

Po podatkih vrtine S-24 pri Drulovki je prodni zasip debel 42 m, seveda če je bila meja s konglomeratnim zasipom pravilno določena.

Stara zasuta savska struga poteka po podatkih vrtin in kartiranja od Drulovke, kjer je široka le nekaj sto metrov, prek vrtin S-24, S-23, S-15 proti Jeperci in Senici, kjer se razširi na 1200 m. V vrtini S-19 na Meji je bilo zgoraj 6 m proda, pod njim pa je bil konglomerat. Stara struga torej poteka bodisi med cesto in to vrtino, ali pa med vrtino S-19 in Prašami. Bolj verjetno je, da poteka vzhodno od vrtine S-19, kajti podaljšana os stare struge od Drulovke prek vrtin S-24 in S-23 poteka 200 m vzhodno od vrtine S-19. Približno 200 m od vrtine S-16 proti Jeperci je v gramozni jami opaziti na strani, ki je obrnjena proti cesti, konglomerat že okrog 2 m pod površjem, medtem ko sestoji nasprotna stena gramoznice le iz proda do dna 6 m globoke jame. Gramozna jama je torej izkopana v desni breg stare zasute savske struge.

Ko je Sava popolnoma zasula svojo strugo, se je na široko razlila po polju in odložila prodni vršaj na tektonsko že nekoliko premaknjen mlajši konglomeratni zasip. Prodne naplavine niso bile odložene samo v smeri Jeperce, ampak tudi proti Škofji Loki, kjer doseže prod debelino 10 m. Tu leži prod na glinastih plasteh zahodnega obrobja polja.

Na severnem in južnem obrobju Sorškega polja leži prodni zasip niže kot mlajši konglomeratni zasip, medtem ko ga v osrednjem delu polja prekriva. Ta pojav si je mogoče razlagati le z upogibanjem mlajšega konglomeratnega zasipa proti sredini ter z relativnim dviganjem obrobja in grezanjem osrednjega dela. Zasip se je upognil v erozijski fazi po končanem zasipavanju, ko se je celotno ozemlje dvigalo.

Povprečen strmec vršaja je 4 ‰, torej je enak kot med Polico in Šmartnim pri Kranju.

Na Kranjskem polju stare struge Kokre ni mogoče zanesljivo slediti. Le pri Dragočajni sem našel na levem savskem bregu, ki je sicer zgrajen iz konglomerata, ozko, s prodom zapolnjeno strugo. Njeno dno leži nekaj metrov nad rečno gladino. Skoraj gotovo je ta stara struga nekdanja struga Kokre, ki poteka od tod verjetno v neposredni bližini sedanje savske struge proti Primskovemu, kjer se verjetno stara struga stika z današnjo. Južno in severno od Primskovega sestoji ves levi kokrški breg iz konglomerata, zato lahko leži vtok v staro strugo le na tem kraju, kjer na levem bregu ni opaziti konglomerata.

Prodni zasip prekriva na Kranjskem polju v obliki vršaja preperelo površje mlajšega konglomeratnega zasipa, vendar so po podatkih vrtanja že v prodni zasip vložene številne glinaste plasti. Prodne zasipa tudi tu ne moremo zanesljivo ločiti od konglomeratnega, ker tudi ta povečini še

ni sprijet, vendar so v njem pogostni konglomeratni vložki. Debelina prodnega zasipa ni velika, največ 15 m.

Vršaj je bil nasut, kot na Sorškem polju, šele potem, ko je Kokra zasula svojo staro strugo do vrha in se razlila po polju. Ker se je površje konglomeratnih zasipov močno nagnilo proti sredini polja, leži prodni vršaj z južnim in jugovzhodnim robom neposredno na srednjem in celo starejšem konglomeratnem zasipu.

Občasno je Kokra prodrla po eni izmed številnih zdaj suhih dolin v Plani gmajni v Skaručensko kotlino, kjer je odložila prod na nekoliko pogreznjen mlajši konglomeratni zasip. Debelina prodnega zasipa po podatkih gramoznic ne presega 4 m.

V vzhodnem delu polja je izrazit vršaj Reke. Nasut je bil verjetno istočasno kot kokrški vršaj, ki sega na vzhodu le do Brnika. Med Brnikom in Mengeškim poljem ne opazimo prodnih naplavin, kar kaže, da v to smer Kokra tudi občasno ni več prodrla, verjetno zaradi močnega zasipanja Reke, ki je Kokro odpravila proti zahodu. Po podatkih vodnjakov v Lahovčah in Nasovičah tam prevladuje »grumpež« z vložki prod in konglomerata.

Strmec kokrškega vršaja je v zgornjem delu 12 ‰, pod Šenčurjem pa 9 ‰. Prodni vršaj Reke je mnogo bolj strm, saj doseže 26 ‰.

Od Sorškega polja sledimo prodni zasip proti Ljubljanskemu polju, kjer prekriva mlajši konglomeratni zasip enako kot na Kranjskem in Sorškem polju. Pri Pirničah je površje zasipa na višinah 340 do 333 m. Nizvodno od tod je ohranjen prodni zasip na desnem bregu Save pri Mednem, kjer leži na višini 324 m, pri Stanežičah na višini 323 m, pri Vižmarjih pa se zasip zelo razširi in prekriva velik del Ljubljanskega polja.

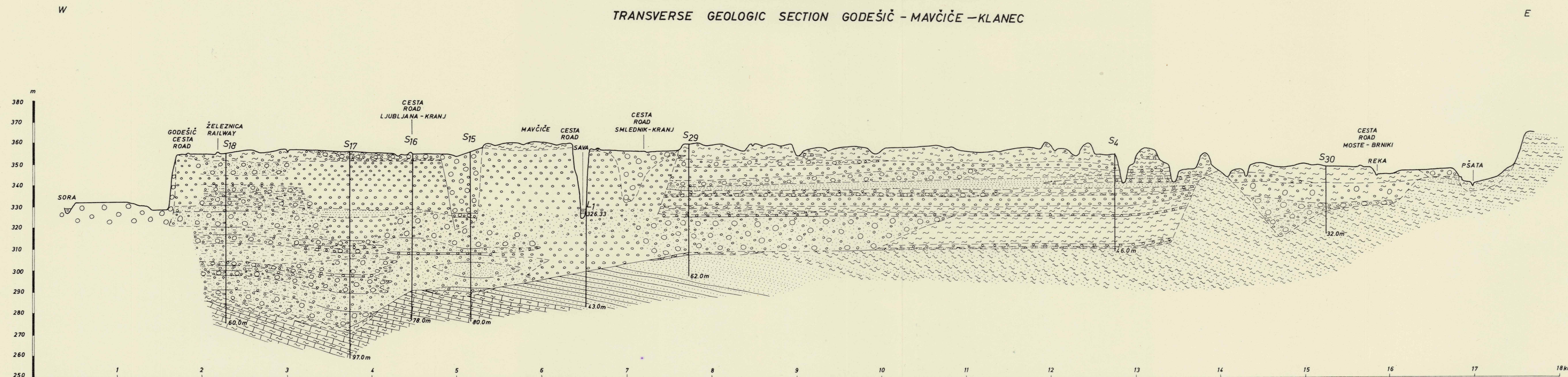
Po končani akumulaciji prodnega zasipa so reke začele vrezovati svoje sedanje struge. Ker je bilo vrezovanje večkrat prekinjeno, so nastale neposredno ob rečnih dolinah akumulacijske in erozijske terase.

Najbolj izrazita in največja je erozijska terasa med Šmartnim pri Kranju in Prašami. Široka je 500 m do 1 km in leži 3 do 4 m niže od površja Sorškega polja. Zarezana je povečini v prod, v bližini soteske Save pa tudi v konglomerat. Južno od Praš terasa izgine.

Enaka široka terasa je tudi na levem bregu Save med Prebačevim in Mošami. Njena ježa poteka jugozahodno od Voklega prek ceste Voklo—Trboje, kjer jo sestavlja prod, nato pa se priključi na konglomeratni zahodni rob Plane gmajne, ki predstavlja mejo med srednjim in mlajšim konglomeratnim zasipom. Površje terase leži okrog 4 m niže kot površje prodnega zasipa na desnem bregu Save na Sorškem polju. Severno od Trboj je terasa na nadmorski višini 362 m, na zgornjem robu ježe pri Jami pa je površje prodnega zasipa na koti 366 m, razlika je torej 4 m. Terasa je nastala z vrezovanjem Save, ki je pri Prašah prešla na levi breg in tekla mimo Trboj in Moš proti Dragočajni. Od današnje struge jo je ločila konglomeratna bariera mlajšega konglomeratnega zasipa, ki se pri Mošah dviga okrog 5 m nad teraso.

Fazi bočne erozije, v kateri je nastala ta terasa, je sledila faza navpične erozije, ko si je Sava vrezala današnjo epigenetsko dolino med Drulovko in Medvodami.

GEOLOŠKI PRESEK GODEŠIČ - MAVČIČE - KLANEC
TRANSVERSE GEOLOGIC SECTION GODEŠIČ - MAVČIČE - KLANEC



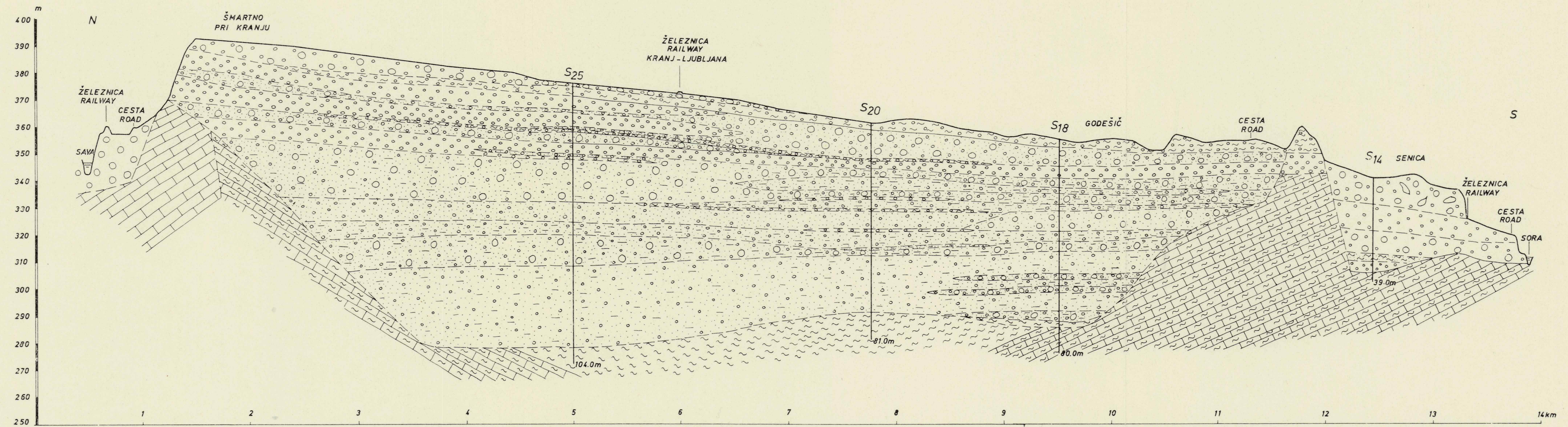
HOLOCEN IN ML. PLEISTOCEN HOLOCENE AND THE YOUNGEST PLEISTOCENE		PROD S PESKOM GRAVEL WITH SAND
		DEBEL PROD S PESKOM COARSE GRAVEL WITH SAND
		DEBEL PROD IN SAMICE S PESKOM COARSE GRAVEL AND BOULDERS WITH SAND
PLEISTOCENSKI PRODNI ZASIP PLEISTOCENE GRAVEL FILL		DROBEN PROD S PESKOM FINE GRAVEL WITH SAND
		GLINA CLAY
		RJAVA PEŠČENA GLINA S PREPERELIMI PRODNIKI BROWN SANDY CLAY WITH WEATHERED PEBBLES
PLEISTOCENSKI KONGLOMERATNI ZASIPI PLEISTOCENE CONGLOMERATED FILLS		PROD Z RJAVA GLINO GRAVEL WITH BROWN CLAY
		KONGLOMERAT CONGLOMERATE
		PESEK IN PEŠČENJAK SAND AND SANDSTONE
		PROD S PESKOM; VLOŽKI KONGLOMERATA GRAVEL WITH SAND; INTERCALATIONS OF CONGLOMERATE
		TRIAS TRIASSIC
		APNENEC LIMESTONE

LEGENDA
LEGEND

		PESEK Z PRODNIKI SAND WITH PEBBLES
		DROBEN PROD S PESKOM FINE GRAVEL WITH SAND
PLEISTOCENSKI KONGLOMERATNI ZASIPI PLEISTOCENE CONGLOMERATED FILLS		DROBEN PROD S PESKOM IN MELJEM FINE GRAVEL WITH SAND AND SILT
		DEBEL PROD S PESKOM IN MELJEM COARSE GRAVEL WITH SAND AND SILT
		SIVA IN RJAVA GLINA GRAY AND BROWN CLAY
		LAPOR MARL
		SIVA GLINA GRAY CLAY
MIOCEN IN OLIGOCEN MIOCENE AND OLIGOCENE		SIV PESEK GRAY SAND
		SIV PEŠČENJAK GRAY SANDSTONE
		SIV PESEK Z VLOŽKI GLINE GRAY SAND WITH INTERCALATIONS OF CLAY
		S29 VRTINA BOREHOLE

VZDOLŽNI GEOLOŠKI PRESEK KRANJ - SENICA
LONGITUDINAL GEOLOGIC SECTION KRANJ - SENICA

LEGENDA NA SL. 8
EXPLANATION IN THE FIG. 8



Južno od Moš je še ena erozijska terasa, ki je okrog 3 m nižja in jo moremo pripisati le savski eroziji. Na vzhodu jo loči od mlajšega konglomeratnega zasipa okrog 5 m visoka ježa, v kateri vidimo ponekod konglomerat.

Še nižje in mlajše terase, ki jih prekriva povečini tanka plast prod, so pri Bregu, Prašah, Trbojah in pri Zbiljah.

Severozahodno od Kranja so se nižje terase ohranile pri Okroglem, kjer jih prekriva prod, kar kaže, da je v presledkih med erozijo Sava tudi akumulirala.

Pleistocenski zasipi na južnem in jugovzhodnem obrobju Kranjskega in Sorškega polja

Na južnem in jugovzhodnem obrobju Kranjskega in Sorškega polja imajo konglomeratni zasipi obliko teras, podobno kot severozahodno od Kranja. Obrobje se je močneje dvigalo kot osrednji del polja ter se obenem nagnilo proti severu, zato so se tu ohranili konglomeratni zasipi v obliki teras, ki vpadajo proti severu pod prodni zasip.

Na južnem obrobju Kranjskega in Sorškega polja je ohranjen starejši konglomeratni zasip v osrednjem delu Plane gmajne, v Žejskem hribu, v konglomeratni terasi pri Komendi in Gori. Konglomeratni terasi sta ostanek starega kokrškega vršaja.

Površje starejšega konglomeratnega zasipa je v Plani gmajni na višini 365 do 370 m in je vodoravno ali celo rahlo nagnjeno proti severozahodu. Na Tragarici je zasip prerezan s precej široko grapo, kjer prihaja na površje terciarni peščenjak na nadmorski višini 355 do 360 m. Prav tako so vidni terciarni skladi v ježi na severnem robu terase in v dolini potoka severno od Lokarij na nadmorski višini okrog 355 m.

Konglomerat prihaja na površje le na nekaj krajih na južnem in severnem robu terase, ki sestoji povečini le iz peščene gline s porfirkimi prodniki, ker je konglomerat že popolnoma preperel. Osrednji del terase v okolici kraja Na Tragarici sestoji iz glinastih plasti, kar dokazujejo popolnoma ravno površje brez vrtač in številni izviri na severnem robu terase, ki nato poniknejo v konglomerat nižje ležečega srednjega konglomeratnega zasipa. V tem delu Plane gmajne ni bila doslej izvrtana še nobena vrtina, zato mi ni uspelo dobiti vzorcev pleistocenske gline, ki bi jih mogel na podlagi pelodnih analiz natančneje stratigrafsko uvrstiti. Po svoji legi je starejša od gline iz Lokarij, ki jo je Šercelj po pelodnih analizah uvrstil v zgornji del starejšega ali spodnji del mlajšega pleistocena. Vrh Plane gmajne moramo torej vsekakor uvrstiti v starejši pleistocen. Ker sta južno od najvišje terase v Plani gmajni razviti še dve nižji konglomeratni terasi, jo uvrščam prav tako kot Vojvodni boršt in druge najvišje terase nad Kranjem v najstarejši pleistocen, tj. v starejši konglomeratni zasip.

Debelina zasipa v vzhodnem delu Plane gmajne ne presega 10 m, medtem ko v zahodnem delu ni znana. Verjetno je zasip v tem delu znatno debelejši, kar kaže, da se je ozemlje v dobi akumulacije neenakomerno grezalo, in sicer najbolj v severozahodnem delu. Možno je tudi, da je bilo že terciarno površje pred odložitvijo zasipa močno razrezano.

Stari konglomeratni zasip v zahodnem delu Plane gmajne je nanos Save ali Kokre. V vsakem primeru bi moralo biti njegovo površje nagnjeno proti vzhodu ali jugu. Iz specialke 1:25.000 pa vidimo, da je skoraj vodoravno, kar je mogoče pripisati le tektonskim premikom po odložitvi zasipa, pri katerem se je Plana gmajna nagnila proti severozahodu.

Plana gmajna in Žejski hrib ležita na južnem krilu kamniško-tuhinjske sinklinale. Premiki pleistocenskih teras kažejo, da se je sinklinalno gubanje nadaljevalo še v kvartarju.

V erozijskih fazah se je celotna sinklinala dvigala, vendar zaradi neprestanega upogibanja močnejše na robovih kot v sredini.

Na taka premikanja kažejo tudi odnosi med starejšim ter srednjim konglomeratnim zasipom na severozahodnem robu Plane gmajne. Proti severozahodu postaja namreč višinska razlika med njunim površjem vse manjša in končno izgine. Zato ju ni mogoče točno razmejiti. Razlago za ta pojav je iskati v tektonskih premikih, ko sta se terciarna podlaga in z njo vred starejši konglomeratni zasip pred pričetkom akumulacije srednjega konglomeratnega zasipa nagnila proti severu in postala veliko bolj položna. Ko se je končala akumulacija srednjega konglomeratnega zasipa, ki je bil normalno nagnjen proti jugu, je ta prekril severozahodni rob starejšega konglomeratnega zasipa, jugovzhodno od tod pa je zaradi večjega naklona že prišel pod starejši konglomeratni zasip.

Dviganje južnega krila terciarne sinklinale, oziroma njeno upogibanje, je bilo močnejše na zahodu; kajti le tako si je mogoče razložiti, da je površje starejšega konglomeratnega zasipa v Žejskem hribu, ki leži okrog 4 km južneje kot Plana gmajna, na isti nadmorski višini (okrog 370 m).

Pod Žejskim hribom leži terciarna podlaga na višini 355 m, medtem ko je njegovo površje na višini 370 m. Zasip je torej debel 15 m. Zasip je globoko preperel in močno zakrasel, saj so nekatere vrtače globoke 10 m. Konglomerat prihaja na površje le v spodnjem delu ježe terase. Zasip je prekrit z debelo plastjo rjave peščene gline s prodniki.

Zelo pomemben je ostanek starejšega konglomeratnega zasipa pri Verjah na južnem pobočju hriba s koto 433 m. Konglomerat leži na terciarni sivi na višini 365 m, medtem ko je površje zasipa na višini 370 m, torej na isti višini kot v Plani gmajni in Žejskem hribu, čeprav leži južneje od obeh. Dviganje je bilo torej pri Verjah močnejše kot v Žejskem hribu in Plani gmajni.

Starejšemu konglomeratnemu zasipu pripadata tudi terasi pri Komendi (višina 358 m) in pri Gori (višina 360 m). Dvigata se okrog 10 m nad srednji konglomeratni zasip. Konglomerat je debel le okrog 10 m, pod njim so vidne v ježi terase terciarne plasti.

Morda pripadata istemu zasipu tudi osamelca pri Lahovčah (kota 364 m) in Goričica (kota 356 m), vendar ni izključeno, da sestojita le iz terciarnih plasti.

Približno 5 do 10 m pod najvišjo teraso v Plani gmajni leži srednji konglomeratni zasip; iz njega sestoji večji del Plane gmajne severno in južno od najvišje terase.

Srednji konglomeratni zasip sega povečini na terciarno talnino starejšega konglomeratnega zasipa in jo prekriva. V osrednjem in vzhodnem

delu Plane gmajne, kjer se je starejši konglomeratni zasip dvignil, je bila gladina reke, ki je tekla v končni fazi nasipanja srednjega konglomeratnega zasipa ob robu najvišje terase, nižja od površja te terase; zato je ni mogla zasuti.

Na severnem robu najvišje terase v Planu gmajni srednji konglomeratni zasip ne sega na terciarno talnino starejšega konglomeratnega zasipa. Terciarni plasti so vidne v najnižjem delu ježe terase.

Površje srednjega konglomeratnega zasipa južno od najvišje terase v Planu gmajni je skoraj vodoravno in leži na višini 364 do 360 m. Severno od najvišje terase pa je nagnjeno proti jugovzhodu. Njegov strmec je tu 5 do 7 ‰.

Srednji konglomeratni zasip je prekrit z debelo plastjo rjave peščene gline s preperelimi porfirskimi prodniki. Preperina je po podatkih vrtin debela do 10 m.

Zahodni in severni del terase sestoji iz konglomerata in je močno zakrasel. Pogostne so vrtače do 10 m globine in globoke suhe doline. Ves jugovzhodni del Plane gmajne sestoji po podatkih kartiranja in vrtine S-4 iz glin z vložki konglomerata.

Šercelj (1960) je uvrstil gline iz Lokarj v hladno obdobje zgornjega dela starejšega ali spodnjega dela mlajšega pleistocena. Papp in za njim Pavlovec (1960) sta na podlagi številnih mehkužcev ugotovila, da so gline pleistocenske. Razen pri Lokarjih so razvite enake gline tudi v Planu gmajni, torej ni razloga, da bi jih imeli za mlajše, kar je domneval Šifrer. Analize peloda v vzorcih gline iz vrtine S-4 na robu Plane gmajne kažejo po Šerceljevem mnenju morda na riško ledeno dobo ali pa še na kako starejše obdobje.

Terciarna podlaga srednjega konglomeratnega zasipa je na Planu gmajni v vrtini S-4 na višini 310,5 m, medtem ko je pod starejšim konglomeratnim zasipom na višini 355 do 360 m. V erozijski fazi pred akumulacijo srednjega konglomeratnega zasipa so se torej reke zarezale skozi starejši konglomeratni zasip še 45 do 50 m globoko v terciarno podlago.

Glinasto površje srednjega konglomeratnega zasipa so razrezali potoki. Del terase, ki sestoji iz konglomerata, ima rahel strmec proti jugu oziroma jugovzhodu, vendar ga točno ni mogoče ugotoviti, ker je površje zelo valovito zaradi številnih vrtač in suhih dolin. Južni rob Plane gmajne je med Lokarji in Valburgo popolnoma raven, čeprav sestoji delno iz konglomerata. Prvotno je bil zasip verjetno nagnjen proti vzhodu; ob tektonskem delovanju pa se je nagnil v nasprotno smer in postal vodoraven. Pri nagibanju zasipa ter pod njim ležečih terciarnih plasti so se plastične gline v Lokarjih, kjer je bilo nagibanje najmočnejše, lokalno nagubale, kar je lepo vidno v glinokopu pri Lokarjih.

Na južnem robu Sorškega polja se dviga pri Gorenji vasi okrog 5 m nad najnižjo konglomeratno teraso majhen osamelec, ki sestoji iz srednjega konglomeratnega zasipa. Na južnem robu so v železniškem vseku vidne terciarne plasti. Konglomerat je debel le do 15 m.

Južni rob Plane gmajne je odrezan proti nižje ležeči suhi dolini z ježo, visoko okrog 20 m. Suha dolina poteka od Valburge prek Vodice proti Mostam. Sestoji iz konglomeratnih in prodnih plasti. Njena terciarna pod-

laga je po podatkih vrtanja okrog 20 m niže kot na južnem robu Plane gmajne v vrtini S-4.

Sestava zasipa je v vrtinah S-3 in S-4 različna, kar vidimo iz geološkega preseka vzdolž projektirane gorenjske avtomobilske ceste. Suha dolina je bila po teh podatkih več ali manj na debelo zasuta s prodom, potem ko se je reka (verjetno Sava) skozi ves srednji konglomeratni zasip zarezala še okrog 20 m globoko v terciarne plasti.

Zaradi pogrezanja severnega in severozahodnega dela Plane gmajne je mlajši konglomeratni zasip tu prekril srednjega. Na južnem robu Plane gmajne, kjer se je v erozijski fazi ozemlje močno dvignilo, zasipanje ni doseglo površja srednjega konglomeratnega zasipa, ampak se je končalo okrog 20 m pod njim.

Na jugozahodnem robu Plane gmajne, pri Dragočajni, je meja med srednjim in mlajšim konglomeratnim zasipom zabrisana. Reka, ki se je v erozijski fazi med akumulacijo srednjega in mlajšega konglomeratnega zasipa zarezala v zahodni rob Plane gmajne, je v naslednji akumulacijski fazi zasula svojo strugo prav do roba. Lep dokaz, da se na zahodnem robu Plane gmajne stikata dva različna zasipa, čeprav med njima ni višinskih razlik, nam nudijo vrtine na Sorškem polju in S-29 na robu Plane gmajne. V vrtini S-29 je vrhnja plast rjave peščene gline s prodniki debela prek 10 m, medtem ko je bila preperina v vrtinah na Sorškem polju debela največ 4 m. Preperela plast je torej v Plani gmajni več kot dvakrat debelejša, kar kaže, da je površje zasipa preperevalo znatno dlje in je torej tudi zasip, ki ga preperina sestavlja, znatno starejši.

Južno od Sorškega polja je ohranjen mlajši konglomeratni zasip le v obliki neznatnega konglomeratnega ostanka pri Spodnjih Pirničah. Površje konglomerata je na nadmorski višini 338 m in sestoji iz tanke preperine. Debelina konglomerata pa ne presega 5 m.

Opisani konglomeratni ostanek je zanimiv zaradi tega, ker kaže, da je Sava v času akumulacije mlajšega konglomeratnega zasipa tekla vsaj začasno prek medanskih vrat proti Ljubljanskemu polju ali pa med Šmarno goro in Smledniškim hribom proti Skaručni.

V erozijski fazi, ki je sledila akumulaciji mlajšega konglomeratnega zasipa, sta Kokra in Sava izdelali globoki dolini na Sorškem polju in zahodnem robu Kranjskega polja, ki sta ju v naslednjem, akumulacijskem obdobju zasuli s prodom. Na južnem robu Sorškega polja, kjer se je mlajši konglomeratni zasip dvignil, prodni zasip ni dosegel roba tega zasipa, ampak je ostal okrog 5 m niže. Na južnem robu Kranjskega polja je Kokra v zadnji fazi nasipavanja prodnega zasipa občasno prodrla po prodnem vršaju prek Plane gmajne po eni številnih grap v Skaručensko kotlino, kjer je odložila okrog 4 m debelo plast proda med Vodicami in Skaručno.

Pleistocenski zasipi v Skaručenski kotlini ter na podolju med Šmarno goro in Smledniškim hribom

Večji del Skaručenske kotline prekriva mlajši konglomeratni zasip. Ta leži v podaljšku suhe doline, ki poteka od Valburge proti Vodicam. V osrednjem delu polja med Vodicami, Bukovico in Skaručno je mlajši konglomeratni zasip prekrit s kokrškim prodnim zasipom, debelim okrog 4 m.

V suhi dolini med Valburgo, Vodicami in Mostami je mlajši konglomeratni zasip zelo položno nagnjen proti vzhodu, v Skaručenski kotlini pa proti jugu. Strmec površja je manjši od 2‰. Vrhnji del zasipa sestoji iz plasti rjave peščene gline s prodniki, debele 5 do 6 m, torej nekoliko več kot na Sorškem polju. Terciarna podlaga je nagnjena proti vzhodu in jugu, torej proti sredini Skaručenske kotline. V vrtini S-10 so terciarne plasti na višini 318,4 m, v S-9 v Zapogah na 296,4 m, v S-3 pod 290,4 m, v S-8 v Mostah na 271 m, v S-7 pri Bukovici na 254,4 m in v S-2 v sredini Skaručenske kotline na 236,2 m.

Debelina zasipa je najmanjša v zahodnem delu suhe doline, v vrtini S-10 33 m, v vrtini S-9 pa 43 m. V vrtini S-8 v vzhodnem delu suhe doline ob izstopu na Mengeško polje pa doseže 58 m. V vrtini S-9 je vložena med prod in konglomerat glinasto prodna plast v globini 37 m, v S-8 v globini 36 m in v S-2 v globini 27,3 m. Spodnji del proda in konglomerata pod glinasto prodno plastjo morda pripada že srednjemu konglomeratnemu zasipu.

V vrtini S-3 na prehodu iz suhe doline v Skaručensko kotlino je vrhnja glinasta in glinasto prodna plast debela 13,3 m, pod njo pa je še več glinasto prodnih vložkov. Taka sestava sedimentov kaže, da je reka v fazi nasipanja mlajšega konglomeratnega zasipa le občasno vdrla v Skaručensko kotlino in prek Povodja proti Ljubljanskemu polju. Ko tod reka ni nasipala, je na površju nastala debelejša ali tanjša plast glinaste preperine. Dokaz, da je reka tekla v času nasipanja tega zasipa prek Povodja proti Ljubljanskemu polju, je ostanek konglomeratnega zasipa na levem bregu Gameljščice pri Povodju. Konglomerat leži na karbonskem skrilavcu, površje konglomeratne terase je na višini okrog 335 m, torej 4 m više kot pri cerkvi v Skaručni.

Površje Skaručenske kotline je rahlo upognjeno proti sredini; na jugu pri skaručenski cerkvi leži na koti 331 m, na odcepu proti Polju na koti 325 m, severno od tod pod Repnjami pa na koti 333 m. Zaradi te upognjenosti zasipa imamo tudi omenjeno konglomeratno teraso pri Povodju za ostanek mlajšega konglomeratnega zasipa.

V Skaručenski kotlini je po podatkih vrtine S-2 znatno več glinastih in glinasto prodnih vložkov kot na Kranjskem in Sorškem polju; zato tod ni mogoče zanesljivo razlikovati posameznih zasipov. Razen vložkov rjave peščene gline s preperelimi prodniki nastopajo tudi plasti rjave gline z apnenim prodom, ki verjetno niso nastale pri preperevanju zasipa, ali pa je bilo preperevanje zelo kratkotrajno. Vsekakor je mogoče po analogiji z razmerami na Kranjskem in Sorškem polju sklepati, da sta v osrednjem delu kotline ohranjena pod mlajšim konglomeratnim zasipom oba starejša konglomeratna zasipa. Debelina vseh konglomeratnih zasipov doseže v vrtini S-2 87,9 m.

V podolju med Smledniškim hribom in Šmarno goro sta na južnih pobočjih Smledniškega hriba dve izraziti terasi, medtem ko predstavlja osrednji del podolja najnižjo teraso.

Površje najvišje terase leži na višini okrog 370 m in je skoraj ravno. Okrog 15 m niže leži naslednja terasa, ki je prav tako ravna. Najnižja te-

rasa je rahlo nagnjena proti vzhodu. Njeno površje pada od višine 340 m na zahodu do 330 m na vzhodu, kjer prehaja v Skaručensko kotlino.

Vse tri terase sestojе iz rjave in sive gline z vložki konglomerata, ki so v najnižji terasi bolj pogostni.

Najvišja terasa se razprostira od konglomeratne terase pri Verjah skoraj do Repenj. V skrajnem zahodnem delu sestoji iz apnenega konglomerata, ki leži neposredno na sivici. Osrednji in vzhodni del terase sta glinasta. Pod glino vidimo na več krajih v globokih grapah oligocenski konglomerat. Debelina zasipa doseže 20 m. Teraso pri Verjah sem po višini uvrstil v starejši konglomeratni zasip, ki mu pripadajo verjetno tudi glinaste plasti najvišje terase na južnem pobočju Smledniškega hriba.

Naslednja terasa sestoji iz sive gline z redkimi vložki konglomerata. Na videz je glina zelo podobna glini v Lokarjih, ki sem jo uvrstil v srednji konglomeratni zasip. Vzorci gline niso vsebovali peloda. Debelina glinaste plasti ni znana, ker niso terciarne plasti razkrite niti v najglobljih grapah.

Osrednji del podolja predstavlja najnižjo teraso, ki se nadaljuje v Skaručensko kotlino. Kot je znano, pripada zgornji del pleistocenskih plasti v kotlini mlajšemu konglomeratnemu zasipu, zato uvrščam v ta zasip tudi glinaste plasti v osrednjem delu podolja. Med glinastimi plastmi so dokaj pogostne leče apnenega konglomerata.

Na zahodnem obrobju podolja je ohranjen pri Spodnjih Pirničah ostank konglomeratne terase na višini 338 m. Konglomerat leži na triadnem apnencu. Terasе sestojе večidel iz gline. To kaže na močvirsko in jezersko sedimentacijo. Le na zahodnem robu podolja, pri Pirničah in Verjah, in na vzhodnem, pri Skaručni, so rečne naplavine. V podolje sta občasno prodrli Sava in Kokra, kar dokazujejo vložki apnenega konglomerata.

Pleistocenski zasipi na Ljubljanskem polju

Podobno kot na Kranjskem in Sorškem polju leže tudi na Ljubljanskem polju pleistocenski zasipi eden na drugem. Na vrhu je prodni zasip, pod njim pa leže starejši pleistocenski konglomeratni zasipi.

Na jugozahodu in jugu segajo pleistocenske savske naplavine do vznožja Medanskega in Šentviškega hriba, do Pržanja in Kosez, dalje do Rožnika in prek Tivolija do Gradu ter nato do vznožja Golovca in Kašelskega hriba.

Na severu sega pleistocenski prod do roba visoke terase, ki poteka od Mednega prek Vižmarij, Kleč, Ježice, Tomačevega, Hrastja in Zadobrove do Gradišča pri Zalogu. Pod robom visoke pleistocenske terase leži holocenska terasa, ki poteka vzdolž Save v 0,5 do 2 km širokem pasu od Mednega do Zaloga. Višinska razlika med visoko teraso in nizko holocensko teraso se zmanjša od Mednega do Zaloga od 15 m do 8 m.

Na severnem robu sta v visoko pleistocensko teraso vrezani 1 do 2 nižji erozijski terasi. Višinska razlika med površji visoke terase in erozijskih teras je 2 do 10 m. Največja je na severnem robu pri Mednem (okrog 10 m), najmanjša pa pri Tomačevem in Zadobrovi (2 do 5 m).

Na južnem robu polja je Ljubljanica med Mostami in Kašljem vrezala v visoko pleistocensko teraso Save 1 do 2 nižji erozijski terasi. Pri Mostah

je višinska razlika med visoko pleistocensko teraso in Ljubljaničino erozijsko teraso okrog 5 m, pri Zavogljah in Zgornjem Kašlju pa 8 do 9 m. Višinska razlika se nizvodno veča. Obratno se višinska razlika med nizko holocensko teraso ob Savi in površjem pleistocenske terase nizvodno manjša. To razliko je povzročila Ljubljanica, ki je zadenjsko zarezovala svoje erozijske terase od izliva v Savo navzgor; pri tem je sledila vrezovanju Save.

Podatki številnih geotehničnih vrtin na ožjem mestnem območju Ljubljane kažejo, da sestoji visoka pleistocenska terasa na vrhu iz tanke plasti humusa, nato pa iz dokaj čistega peščenega prodra. Prevladujejo prodniki apnenca, znatno manj je porfirskih in peščenih prodnikov. Prodna plast je debela 4 do 13 m. V vrtini L 8 v bližini Tovarne dekorativnih tkanin v Dravljah je debelina 5,8 m, v pivovarni Union (L 9) 10 m, pri podvozu na Celovski cesti (L 11) 7,5—8,5 m, pri vodarni v Klečah (L 7) okrog 7 m, pri podvozu na Titovi cesti (L 10) 7 m, v Dimičevi ulici (L 12) 10,5 m, ob Domžalski cesti (L 13) 9,5 m, pri toplarni (L 14) 7,5 m do 8 m, v Savskem naselju (L 15) okrog 4 m, v vodnjaku nove kurilnice (L 16) 7 m, pri silosu v Zalogu (L 17) okrog 5 m ter v vrtinah L 18, L 19 in L 20 pri Zadobrovi 11,5 do 13 m.

Vrhnja prodna plast visoke pleistocenske terase je bila po ugotovitvah Rakovca (1932 in 1955) odložena v würmski poledenitveni dobi. Isto velja tudi za prodni zasip na Kranjskem in Sorškem polju, ki ga prek prodnih teras pri Pirničah, Vikerčah in Mednem sledimo na Ljubljansko polje. V nasprotju s Sorškim in Kranjskim poljem pa na Ljubljanskem polju ni bilo mogoče ugotoviti globoko zarežane stare savske struge, zasute s prodrom. Verjetno je bila znatno plitvejša kot na Sorškem polju.

Pod prodnim zasipom leži po podatkih vrtin povečini plast rjave gline in gline s preperelimi prodniki, ki predstavlja preperelo vrhnjo plast mlajšega konglomeratnega zasipa. Po analogiji z razmerami na Kranjskem in Sorškem polju je glinasta preperina nastala v topli medleden dobi, verjetno v riško-würmski. Konglomerat in prod, ki ležita pod glino sta ekvivalent mlajšega konglomeratnega zasipa na Kranjskem in Sorškem polju.

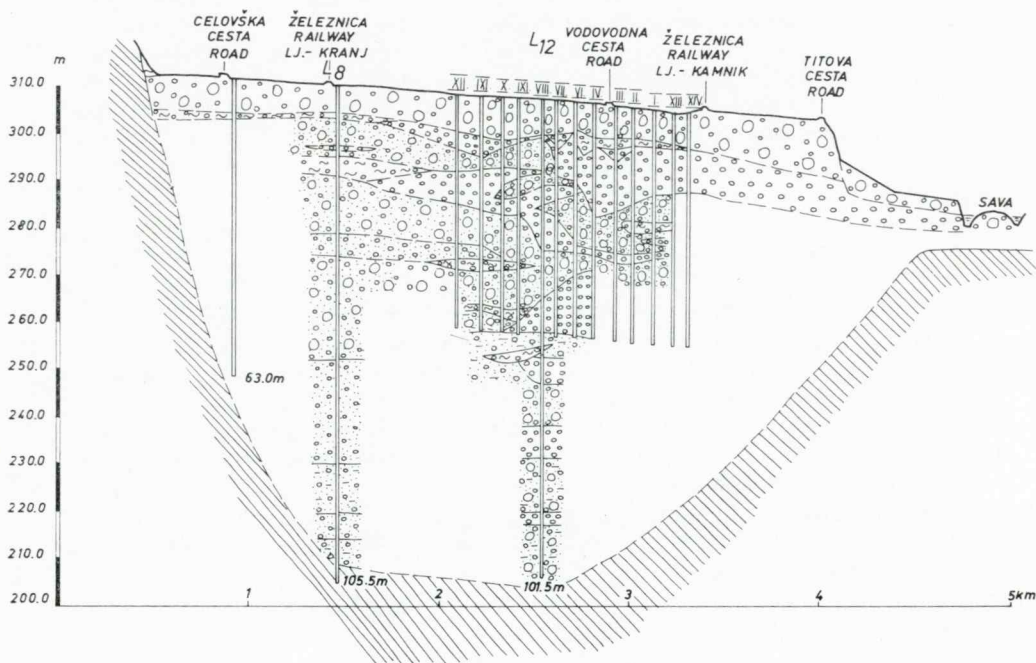
Glina se pod prodnim zasipom razprostira na zahodnem in jugozahodnem obrobju polja med vznožjem Šentviškega hriba, Zapužami, Kosezami ter vznožjem Rožnika in Gradu do Ljubljanice na jugu, na severovzhodu pa približno do črte: Železnica od Šentvida do razcepa s kamniško progo, pivovarna Union, podvoz na Titovi cesti in štajerska proga do toplarne. Na desnem bregu Ljubljanice gline povečini ni.

V osrednjem delu polja nastopa rjava glina, oziroma glina s prodniki povečini v obliki večjih leč. Ponekod leži prodni zasip neposredno na konglomeratu. V Klečah je bila glina pod prodrom ugotovljena v vodnjakih 1 do 8, 13 in 14, v drugih pa ne. Prav tako je bila ugotovljena v Savskem naselju in v Dimičevi ulici.

Med Zapužami in Kosezami prehaja proti zahodu rjava preperinska glina v jezersko glino. Še dalje proti zahodu izgine tudi vrhnja prodna plast, kar kaže, da Sava v najmlajši ledeni dobi ni več prodrla skozi ožino med Šentviškim hribom in Rožnikom proti Barju.

Meja med barsko glino in glinastim meljem Ljubljane ter savskimi mlajšpleistocenskimi prodnimi naplavinami med Rožnikom in Gradom ni zanesljivo ugotovljena. Po dosedanjih podatkih poteka prek Tivolija in Trga revolucije do vznožja Gradu. Barski sedimenti segajo še dalje proti vzhodu do Cankarjeve, Dalmatinove in Komenskega ulice ter Ambroževega trga, kjer so prekrti s savskim prodom, debelim 4 do 5 m. Vrtine na Trgu revolucije (L 23), Ferantovem vrtu (L 22) in na Glincah (L 24) kažejo, da je pod barskimi plastmi v globini 10 do 20 m pod površjem savski prod in konglomerat.

Rjava glina, oziroma glina s preperelimi prodniki, ki leži pod vrhnjim prodnim nanosom, je na Ljubljanskem polju ponekod tanka, drugod pa doseže veliko debelino. Med Šentvidom in Šiško je debela 1,1 do 10 m. V vrtinah L 29 in L 30 na območju soseske ŠS-8/1 v Dravljah med Celovško in Vodnikovo cesto je debela 7 do 10 m, v vrtini L 8 v bližini Tovarne dekorativnih tkanin pa le 0,5 m, v pivovarni Union (L 9) 4,5 m, pri podvozu na Celovski cesti (L 11) 7,5 m, pri hotelu Lev 6,5 m, v posameznih vodnjakih v Klečah okrog 2 m, v Dimičevi ulici (L 12) 1,5 m, v vrtini L 10 na Titovi cesti celo 9,5 m, v vrtini pri toplarni (L 14) 3,5 do 5,5 m, v vodnjaku nove kurilnice v Mostah (L 16) 2 m, prav toliko pa tudi v vrtini L 17 pri silosu v Zalogu.

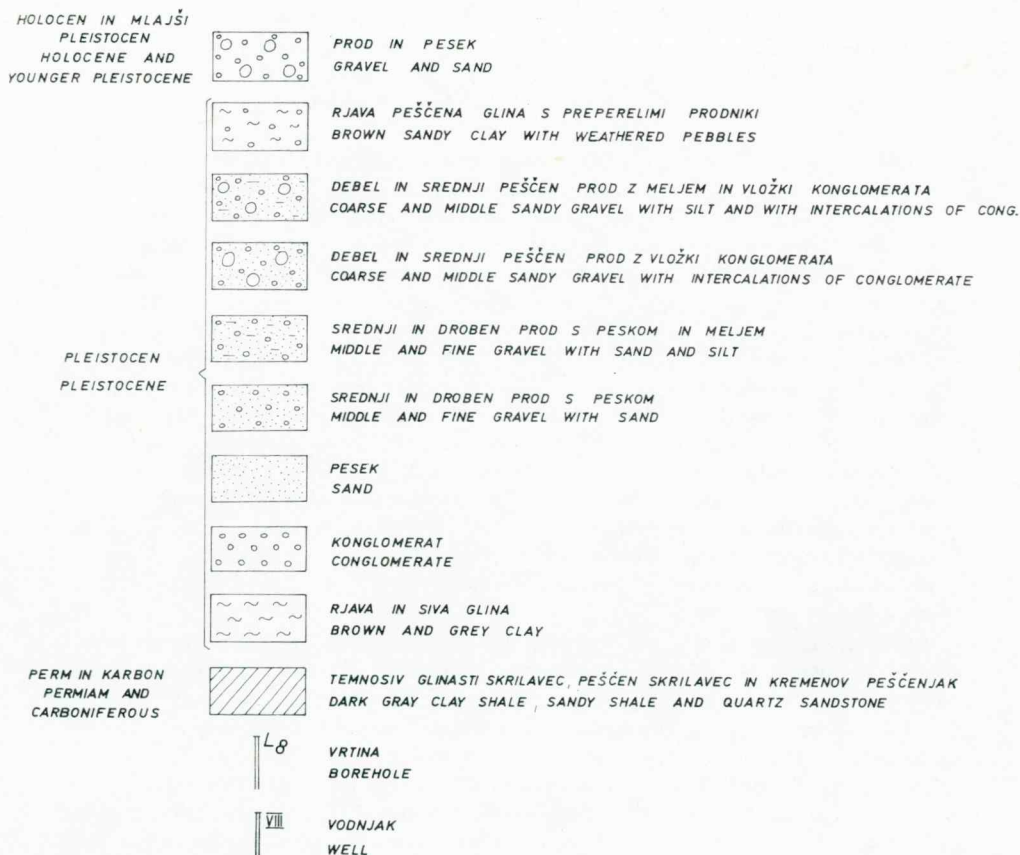


Sl. 10. Geološki presek vodarne v Klečah

Fig. 10. Transverse geologic section across the wells of the Ljubljana water supply at Kleče

Pod glino, oziroma glinastim prodom, sledita konglomerat in peščen prod s tankimi vložki konglomerata, ki pripadata mlajšemu konglomeratnemu zasipu. Sestava globlje ležečih plasti je slabo znana, ker so le redke vrtine segle skozi vse pleistocenske naplavine do permokarbonske podlage.

V osrednjem delu polja so globlje le vrtine ob železniški progi pri Tovarni dekorativnih tkanin (L 8) in v okolici vodarne v Klečah. Vrtina L 8 v bližini Tovarne dekorativnih tkanin kaže, da nastopa v globini 7 m pod 0,5 m debelo plastjo prodnate gline prod s tankimi vložki konglomerata, ki ga lahko po analogiji z razmerami na Sorškem polju uvrstimo v mlajši konglomeratni zasip. V globini 14 m je še ena, 4 m debela plast rjave gline s preperelimi prodniki, ki verjetno predstavlja preperino srednjega konglomeratnega zasipa. Ta plast je nastala v toplem obdobju po končani akumulaciji srednjega konglomeratnega zasipa. Ko je Sava začela akumulirati, je začela odlagati naplavine mlajšega konglomeratnega zasipa neposredno na preperinsko plast srednjega konglomeratnega zasipa. V večji globini v tej vrtini ni več glinastih vložkov, kar pa še ne pomeni, da



na Ljubljanskem polju niso bile odložene naplavine starejšega konglomeratnega zasipa. Glinaste in glinasto prodne preperinske plasti, ki ločijo posamezne zasipe, so bile namreč povečini pred pričetkom akumulacije posameznih zasipov erodirane.

V vrtinah na lokacijah vodnjakov št. 8, 9, 10 in 11 v Klečah so bili ugotovljeni glinasti vložki še v večjih globinah. Dokaj izrazita sta glinasta vložka v globini 35 do 37 m in 54 do 56,5 m, ki verjetno prav tako predstavljata preperelo površje nekdanjih zasipov (sl. 10).

V vrtinah L6 ob Komenskega ulici, L5 na Navju, L13 ob Domžalski cesti, L14 pri toplarni in L16 pri novi kurilnici je bila le ena glinasta plast neposredno pod vrhnjim prodnim zasipom. V večji globini ni bilo več glinastih vložkov, kar je mogoče pojasniti z rečno erozijo. Sava je namreč pred pričetkom odlaganja prodnih naplavin v fazah akumulacije odnesla vrhno preperelo plast starejših naplavin.

Glinaste plasti so bile ugotovljene tudi v vrtinah L18, L19 in L20 v bližini Zadobrove. V eni od vrtin so bile tri tanke plasti gline s preperelimi prodniki v globini 11 do 12 m, 15 do 16 m ter 25,5 do 27 m. V globini 31 do 36 m pa so prevrtali šoto in barsko glino.

Mlajši konglomeratni zasip se kaže na površju predvsem v strugah Ljubljanice in Save. V strugi Save smo ga zasledili pri Tomačevem in v večjem obsegu pri Jaršah, kjer se je Sava zarezala v visoko pleistocensko teraso.

Ob strugi in v strugi Ljubljanice vidimo konglomerat na več krajih. Prvi izdanki so že pri tovarni Žima nad Fužinami, nato pa v večjem obsegu pri jezu v Fužinah. Največji obseg zavzema mlajši konglomeratni zasip med Vevčami in Zgornjim Kašljem, kjer poteka nekdanja struga Ljubljanice. Verjetno si je Ljubljanica to strugo vrezala v najmlajšem pleistocenu ali holocenu, ko se je začela zarezovati v lastne prodne naplavine tudi Sava.

Podatki o debelini pleistocenskih plasti in o globini do permokarbonske podlage so dokaj nepopolni. Nekoliko bolj preiskano je ozemlje med Mednim in Ježico, kjer je bilo izvrtanih 8 vrtin do podlage. Poleg vrtanja je bilo izvedeno tudi geoelektrično sondiranje. Vse te preiskave kažejo, da je debelina prodnih plasti neposredno na desnem bregu Save zelo majhna, ponekod pa je ta breg zarezan v permokarbonske plasti. Pri medanskem visečem mostu, nad Brodom, približno 400 m nizvodno od tacenskega mostu ter med izlivom Gameljščice in železniškim mostom na Ježici je savska struga zarezana v permokarbonske plasti, ki povečini sestavljajo tudi desni in levi breg.

Geoelektrične preiskave kažejo, da so prodne plasti na desnem bregu Save na krajih, kjer njena struga ni zarezana v permokarbonske plasti, debele 5 do 15 m.

Permokarbonska podlaga vpada od Save proti Vižmarjem in Klečam zelo strmo. Pri črpališču v Vižmarjih je že globlje kot 55 m, tj. niže od kote 257 m. Med Mednim in Klečami so po podatkih geoelektričnih preiskav vrezani v permokarbonsko podlago trije globoki jarki. Eden poteka od vrtine L1 v gramoznici v Stanežičah prek vrtine L2 proti črpališču

v Vižmarjih, drugi od L 27 prav tako proti črpališču v Vižmarjih in vodnjakom v Klečah ter se združi s prvim jarkom. Tretji jarek, ki je nekoliko plitvejši, poteka od vrtine L 28 proti vrtinam L 4 in L 7 v Klečah. Razumljivo je, da je debelina pleistocenskih naplavin, ki zapolnjujejo te globoke jarke, znatno večja kot na ostalem ozemlju (sl. 11). Prav tako se debelina teh naplavin veča od Save proti Klečam, kjer doseže po podatkih vrtin L 8 in L 4 debelino 96 do 101 m. Permokarbonska podlaga je na širšem območju vodarne v Klečah na koti 209 m do približno 205 m.

Na osrednjem delu Ljubljanskega polja med vodarno v Klečah, Poljem in Zadobrovo so podatki o skupni debelini prodnega zasipa in konglomeratnih zasipov ter o globini permokarbonske podlage zelo nepopolni. Vrtina L 10 pri podvozu na Titovi cesti, globoka 60 m, še ni dosegla podlage, in L 5 na Navju, ki je bila enako globoka, tudi ne. Do permokarbonske podlage sta segli le vrtini L 6 ob Komenskega ulici, ki je dosegla permokarbonske plasti v globini 45 m na koti 251 m, in vrtina L 13 ob Domžalski cesti, ki je zadela na podlago v globini 48,5 m na koti 239. Vodnjaki v Hrastju so globoki 45 m in ne segajo do permokarbonske podlage.

Vrtine L 18, L 19 in L 20 pri Spodnji Zadobrovi so zadele na permokarbonsko podlago na koti 238,5 do 240 m. Pleistocenske prodne in glinaste naplavine so debele 34 do 41,5 m.

Vrtina L 21 pri zaloškem mostu čez Ljubljanico kaže, da je podlaga zelo plitvo, na koti 261,6 m. Prod je debel le 8,4 m.

Vsi navedeni podatki kažejo, da se globoka kotanja Ljubljanskega polja pri Zadobrovi že dviga. Kje je njen najgloblji del, zaenkrat ni mogoče reči. Vsekakor moremo pričakovati največjo globino v osrednjem delu polja med vodarno v Klečah in Zgornjo Zadobrovo.

Zelo zanimive so vrtine na ožjem mestnem območju, ki kažejo, da je med Rožnikom in Gradom v podlagi globel, zasuta zgoraj z barskimi sedimenti, spodaj pa s savskim prodom. Vrtina L 22 na Ferantovem vrtu še v globini 40 m ni zadela na permokarbonske plasti, prav tako ne vrtini L 25 v Beethovnovi ulici in L 26 v Dalmatinovi ulici, ki sta bili globoki 26,2 m, oziroma 25,5 m. Globel se nadaljuje čez Vič v barjansko udorino, ki doseže po podatkih geoelektričnih preiskav pri Dolgem mostu globino prek 200 m. Približno 500 m zahodno od Dolgega mostu je bila izvrtana vrtina L 3, ki je v globini 67 m ostala v savskemrodu.

Med Rožnikom in Šentviškim hribom ter Podutikom in Vičem so geološke razmere nejasne, ker doslej tod ni bila izvrtana nobena globlja vrtina. Ni izključeno, da je na tem območju podobna globel kot med Rožnikom in Gradom. Tej domnevi v prid govori dejstvo, da so pri vseh globljih vrtinah na Viču zadeli v večji globini na savski prod. Tega je nanese Sava v dobi, ko je tekla skozi ožino med Šentviškim hribom in Rožnikom vzporedno z Glinščico skozi Vič ter skozi ožino med Rožnikom in Gradom nazaj na Ljubljansko polje. V podkrepitev naši domnevi naj navedemo, da vodnjak v Tovarni dekorativnih tkanin v Dravljah v globini 63 m še ni dosegel permokarbonske podlage. Prav tako je permokarbonska podlaga po podatkih vrtin L 29 in L 30 v soseski ŠS-8/1 v Dravljah med Vodnikovo in Celovško cesto globlje od 30 m.

Povzetek

Po programu raziskovalnih del za razširitev ljubljanskega vodovoda sem v letih 1963 do 1967 geološko kartiral Ljubljansko polje, Kranjsko polje in Sorško polje ter delno tudi ozemlje severozahodno od Kranja proti Radovljici. Kartiranje so dopolnile številne vrtine.

Rezultati raziskav kažejo, da na Ljubljanskem polju ter na Kranjskem in Sorškem polju kot tudi na ozemlju severozahodno od Kranja nista razvita samo dva rečna zasipa, starejši in mlajši, kot so povečini prikazovali doslej. Poleg mlajšega, prodnega zasipa, so razviti trije starejši, konglomeratni rečni zasipi.

Nadrobna raziskava sestave konglomeratnih zasipov in površja njihove terciarne podlage me je prepričala, da gre za samostojne zasipe, ne pa za erozijske terase v enotnem konglomeratnem zasipu. V mlajših konglomeratnih zasipih so zaobljeni kosi in bloki konglomerata starejših zasipov. V površju terciarne podlage opazimo pod ježami teras izrazit skok, kar potrjuje, da so reke med akumulacijo posameznih konglomeratnih zasipov močno erodirale in se skozi lastne zasipe zarezale še globoko v terciarno podlago. V ježah nekaterih konglomeratnih teras so v spodnjem delu razgaljene terciarne plasti, kar kaže, da zasipanje, ki je sledilo eroziji, ni več doseglo nivoja terciarne talnine starejšega zasipa.

Konglomeratne zasipe sem poimenoval kot starejši, srednji in mlajši konglomeratni zasip, ki jih predstavljajo severozahodno od Kranja in na južnem obrobju Kranjskega in Sorškega polja starejša, srednja in mlajša konglomeratna terasa.

V osrednjem delu Kranjskega in Sorškega polja kot tudi na Ljubljanskem polju leže zasipi eden na drugem. Na vrhu je povečini prodni zasip. Pod njim leži nekaj metrov debela plast rjave gline s preperelimi prodniki ter nato konglomerat in zbit prod mlajšega konglomeratnega zasipa. Sledita oba starejša konglomeratna zasipa. Plasti rjave gline s prodniki, ki predstavljajo nekdanje preperelo površje zasipov, so bile ugotovljene le v nekaterih vrtinah. Erozijska, ki je sledila zasipanju, je povečini preperelo površinsko glinasto plast odstranila.

Pleistocenski zasipi leže na severnem in južnem obrobju Kranjskega in Sorškega polja ter na ozemlju med Radovljico in Kranjem v terasah eden nad drugim, proti sredini polja pa vpadajo eden pod drugega. Na obrobju polja leži terasa najstarejšega zasipa najvišje, v osrednjem delu polja pa najgloblje. Višinska razlika je okrog 100 m, medtem ko se pri mlajših zasipih zmanjšuje. Deformacije površja zasipov so nastale zaradi tektonskih premikov, ki so se začeli v terciarju in so se nadaljevali v pleistocenu. Na Kranjskem in Sorškem polju se je v pleistocenu upogibala terciarna sinklinala, z njo vred pa tudi pleistocenske plasti. Razen upogibanja se je celotno ozemlje tudi dvigalo, vendar je bilo dviganje večkrat prekinjeno. V fazah dviganja so reke zarezovale, v fazah mirovanja pa nasipavale. Stari zasip se je v osrednjem delu Kranjskega in Sorškega polja zaradi upogibanja sinklinale v fazi dviganja pogreznil glede na obrobje; zato ga je v fazi mirovanja, tj. akumulacije, naslednji, mlajši zasip popolnoma prekril. Na obrobju polja je postalo površje starega za-

sipa zaradi upogibanja bolj strmo; zato ga naslednji, mlajši zasip, ki je tudi imel normalen strmec, ni več dosegel.

V nasprotju s Kranjskim in Sorškim poljem na obrobju Ljubljanskega polja niso ohranjeni starejši pleistocenski zasipi v obliki teras, ampak leže po podatkih vrtin eden na drugem. Le na severozahodnem obrobju Barja je v viški terasi ohranjen staropleistocenski konglomerat kot podlaga glinastih plasti. Večji del Ljubljanskega polja, z izjemo ozemlja neposredno vzdolž Save in Ljubljanice, predstavlja visoko pleistocensko prodno teraso. Prodni zasip, ki prekriva teraso, je debel po podatkih vrtin 4 do 13 m. Pod njim sledi mlajši konglomeratni zasip, sestavljen iz konglomerata in proda. Oba zasipa loči plast gline s preperelimi porfirskimi prodniki, ki predstavljajo preperelo površje mlajšega konglomeratnega zasipa. Glina s preperelimi prodniki ni ohranjena nepretrgano na vsem polju, ampak leži ponekod prodni zasip neposredno na konglomeratu mlajšega konglomeratnega zasipa. Vzrok temu je iskati v rečni eroziji v obdobju neposredno pred akumulacijo prodnega zasipa.

Pod mlajšim konglomeratnim zasipom leže še starejši pleistocenski konglomeratni zasipi, vendar točnejša razčlenitev ni mogoča, ker je bilo premalo globokih vrtin. Skupna debelina pleistocenskih prodnih in konglomeratnih naplavin je v osrednjem delu polja pri vodarni v Klečah 96 do 101 m. Na severozahodnem in severnem obrobju pri Mednem in Vižmarjih ter na vzhodnem obrobju pri Zalogu je debelina pleistocenskih plasti sorazmerno majhna (5 do 15 m) in počasi narašča proti sredini polja. Nasprotno pa so pleistocenske naplavine zelo debele na jugozahodnem in južnem robu polja med Šentviškim hribom, Rožnikom in Golovcem; dosežejo 45 do 60 m in celo več.

Dosedanje raziskave ne zadostujejo, da bi bilo mogoče razjasniti potek nasipanja pleistocenskih naplavin na Ljubljanskem polju. Njihovi rezultati kažejo, da so se pleistocenske plasti odložile v tolikšni debelini predvsem zaradi močnega grezanja polja, medtem ko je velike razlike v debelini pleistocenskih naplavin v severozahodnem in južnem delu polja pripisati erozijskemu preoblikovanju permokarbonske podlage. Polje se ni grezalo enakomerno kot enotna udorina; s prelomi je namreč razdeljeno v več grud, ki so se pogreznile v različno globino. Točen potek prelomov na Ljubljanskem polju še ni znan.

Polje se je grezalo predvsem v ledenih dobah. Takrat so reke odlagale velike množine proda, ki so ga odnašale iz morenskih nasipov. Povečini apneni konglomerat v podlagi viške terase, savski prod in konglomerat pod barjanskimi glinastimi sedimenti pri Dolgem mostu ter zahodno od Dravelj dokazujejo, da je Sava tekla po Ljubljanskem polju že v starejšem pleistocenu. Ostanke mlajšega konglomeratnega zasipa v terasah pri Spodnjih Pirničah in pri Povodju kažejo, da je Sava v riški ledeni dobi prodrla na vzhodni del Ljubljanskega polja.

Srednji in mlajši konglomeratni zasip in prodni zasip na Ljubljanskem polju ter Kranjskem in Sorškem polju so v zvezi z ustreznimi morenami v Radovljiški kotlini. Na Lipniški in Brdski planoti prekrivajo srednji konglomeratni zasip preperle morene. Odložil jih je ledenik na višku

poledenitve, ko se je iz svoje kotanje povzpел na prod, ki so ga nanесли ledeniški potoki neposredno pod čelnimi morenami.

Na Brdski in Lipniški planoti je srednji konglomeratni zasip odrezan proti mlajšemu konglomeratnemu zasipu z visoko ježo, kjer izdanja porfirski tuf. To dokazuje, da sta višku poledenitve sledila umikanje ledenika in erozija; reka je prerezala moreno in konglomeratni zasip ter načela tufsko podlago. Erozijski je sledila akumulacija mlajšega konglomeratnega zasipa. V terasi pri Kolnici sestoji zasip iz slabo zaobljenega proda in velikih blokov, kar dokazuje, da je bil nanesen v neposredno bližino čelnih moren. V terasi Bratranci na levem bregu Save pa leže na mlajšem konglomeratnem zasipu morene. Prodni zasip je na levem bregu Save v neposredni zvezi s šmidolsko moreno, kar je dokazal že Kušcer (1955).

Najstarejše morene, ki bi bile v zvezi s starejšim konglomeratnim zasipom, niso nikjer ohranjene.

Iz vsega navedenega sledi, da izvirajo zasipi iz ledenih dob, ko so ledeniške reke odnašale material iz čelnih moren in ga odlagale vzdolž vsega toka od konca ledenika navzdol. Zaradi veliki čelnih in talnih moren, ki so jih ledeniki na debelo nasuli v rečnih dolinah, se je močno povečal začetni strmec ledeniških rek in s tem njihova energija; zato so odnašale velike množine materiala. Ko so ledeniki zapolnili rečne doline, so močno skrajšali rečne tokove. V konglomeratnih zasipih pri Naklem niso redki prodniki in nezaobljeni bloki do 1 m v premeru, kakršnih v recentnem nanosu Save ni.

Prodniki in bloki starejšega konglomerata v mlajših konglomeratnih zasipih in v prodnem zasipu kažejo, da je bil vsak starejši zasip že pred pričetkom akumulacije mlajšega sprijet. Prod se je cementiral v fazah erozije, ko se je gladina podtalne vode zaradi vrezovanja rek znižala in je bil omogočen dostop zraka v porozni prodni zasip. Sprijemanje proda je dolgotrajen proces, ki ga pospešuje višja temperatura. Oba pogoja sta bila lahko izpolnjena v interglacialih, ko je bila temperatura višja, razen tega pa so bili interglaciali mnogo daljši kot glaciali. Prodni zasip, za katerega je dokazano, da je bil odložen v würmu, je še sipek, kajti toplejše postglacialno obdobje, ki se je začelo po daunskem umikalnem stadiju, je bilo prekratko, da bi se prod sprijel.

Stratigrafska uvrstitev zasipov je zaradi pomanjkanja rastlinskih in živalskih ostankov nezanesljiva. Prodni zasip je nedvomno würmske starosti, kajti v vrtini S-14 v Senici leže pod prodom organske gline. V njih je našel Šercelj pelod, ki dokazuje zadnji interglacial ali pa kak würmski interstadial.

V Lokarjih sestoji srednji konglomeratni zasip večidel iz gline. V njej je našel Šercelj pelod, ki kaže na hladnejše obdobje zgornjega dela spodnjega pleistocena ali pa spodnjega dela zgornjega pleistocena.

Zaporedje štirih zasipov v Ljubljanski kotlini ustreza štirim ledenim dobam, gūnški, mindelski, riški in würmski; gūnške morene niso nikjer več ohranjene. V ledenih dobah so reke nanašale, v medledenih pa so se vrezale v že sprijet prod starega zasipa in še globlje v terciarno podlago. V dobi akumulacije so zasule svoje stare struge. Na obrobju Kranjskega in Sorškega polja, kjer se je ozemlje v erozijski fazi dvignilo in nagnilo proti

osrednjemu delu polja, mlajši zasip ni več dosegel starejšega; zato so se izoblikovale terase. V osrednjem delu Kranjskega in Sorškega polja ter na Ljubljanskem polju, kjer se je ozemlje pogreznilo, so reke najprej zasule svoje stare struge do vrha, nato pa so se razlile po polju in prekrile starejše zasilpe.

Pleistocene Deposits of the Kranj, Sora, and Ljubljana Fields

Ljubo Žlebnik

The Kranj, Sora, and Ljubljana fields, as well as the area between Kranj and Radovljica towns, have been geologically mapped during the years 1963—1967. The mapping was supplemented by numerous exploratory bores. These investigations aimed at the increasing the water supply of the Ljubljana town.

In the region mentioned above there are not only two fluvial fills, one older, the other younger, as generally described up to now. Besides the younger gravel fill there exist three older conglomerated fluvial fills. Detailed investigation lead to the conclusion that the conglomerated fills are independent and don't be explained as erosional terraces of a single conglomerated fill. In younger conglomerated fills rounded cobbles as well as boulders of conglomerate from the older fills are found. Below the conglomerated terrace scarps the Tertiary bedrock is step-like incised. These geomorphologic features prove a strong erosion during the accumulation of the different conglomerated fills. In the places where the Tertiary beds crop out is shown that the younger filling following the erosion did not reach the bottom of the older fill.

In further text the conglomerated fills will be called older, intermediate, and younger conglomerated fills. Northwest of Kranj and on the southern borders of the Kranj and Sora fields they are represented by the older, intermediate, and younger conglomerated terraces.

In the central part of the Kranj—Sora field, as well as in the Ljubljana field, the fills occur in normal position. On the top lie the gravel fill as the youngest formation. It is underlain by a bed of brown clay, with weathered pebbles. The thickness of the clay amounts to a few meters. Next appear conglomerate and compacted gravel of the younger conglomerated fill, and then both the intermediate and older conglomerated fills. The brown clay with pebbles, representing the surface layer of the fills, was discovered only in a part of the bores. The erosion which followed the filling, carried away the weathered surface bed in most places.

On the northern and southern borders of the Kranj and Sora fields, and between Kranj and Radovljica, a flight of terraces can be seen in reverse order. The lowest is the youngest gravel fill terrace, the highest is the oldest conglomerated terrace. The difference in height of the oldest conglomerated fill at the border and in the centres of the fields amounts to about 100 meters. The reasons for deformations forming a synclinal

valley were tectonical movements, starting in Tertiary and continuing in Pleistocene. Besides downfolding, the region was intermittently uplifted. During the lifting period the streams incised in their valley fill, during the sinking periods they built up the fill. In the phases of regional uplifting, the older fill in the central part of the Kranj and Sora fields was sinking with respect to the border parts, due to downfolding of the synclinal valley. Therefore it was here completely covered by younger fill. On the borders of the fields, the dip of the older fill increased due to folding, therefore it could not be reached by the younger fill having a normal dip.

On the borders of the Ljubljana field, the older Pleistocene fills are not preserved as terraces, but they overlie each other. Only on the northwestern border of the Barje in the Vič terrace the old Pleistocene conglomerated fill is underlaying the clayey beds. The main part of the Ljubljana field, with exception of the banks of the Sava and Ljubljanica rivers, represents a Pleistocene gravel terrace. The thickness of the gravel fill varies between 4 and 13 meters. It is underlain by the younger conglomerated fill. Between both fills, a layer of clay with porphyric pebbles occur in some parts of the field, in others it is missing due to erosion immediately before the gravelfill accumulation.

The younger conglomerated fill is underlain by older conglomerated fills. Due to the scarcity of bores, a more exact differentiation in age is not possible, here. The total thickness of Pleistocene gravel and conglomerated fills near the pumping station Kleče amounts 101 meters, and decreases in eastern direction towards Zalog, as well as in northern direction towards Medno and Vižmarje to only about 5 to 15 meters. The Pleistocene beds in southern and southwestern direction between the Šentvid, Rožnik and Golovec hills are still of considerable thickness between 45 and 60 meters.

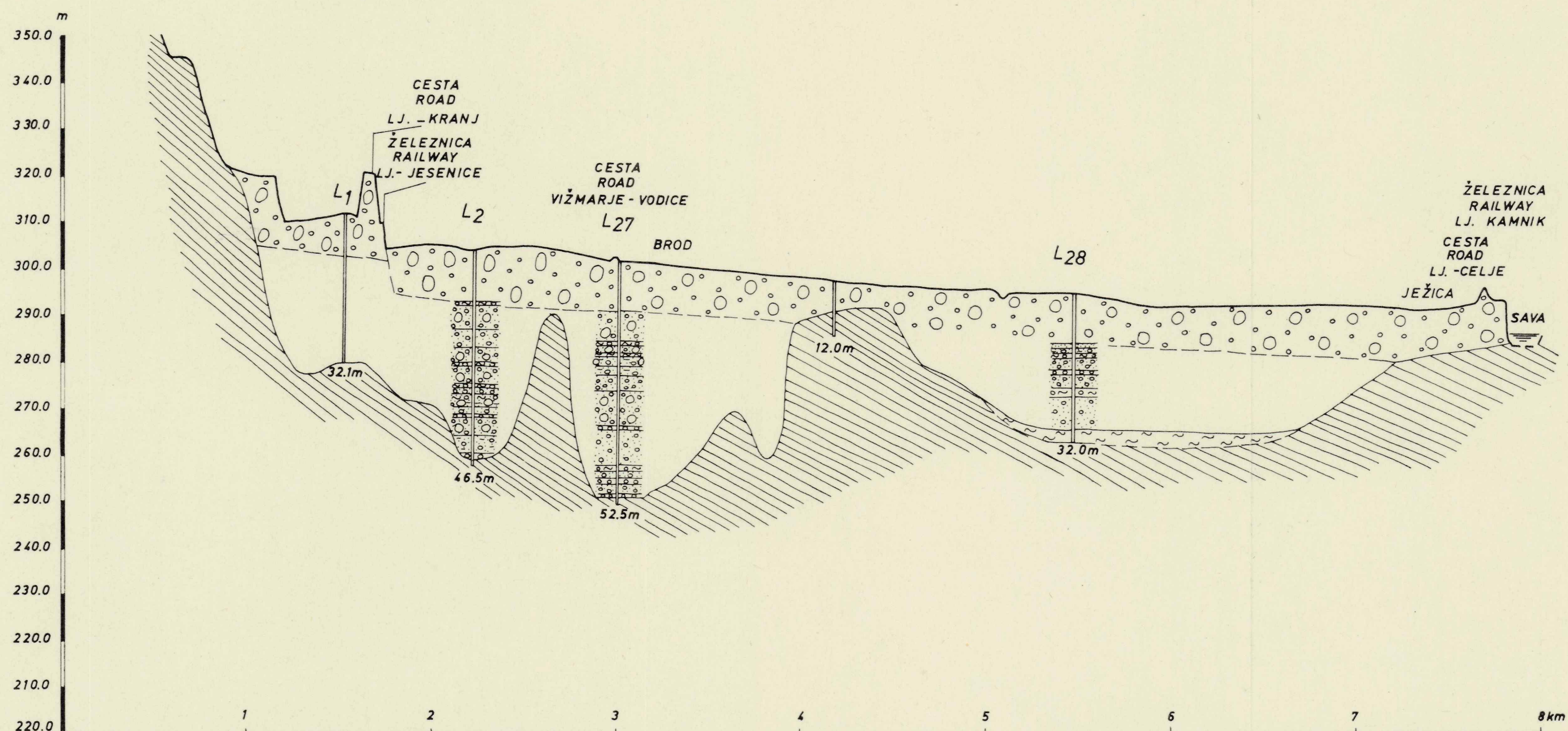
Investigations carried out up to now are not sufficient to explain the process of deposition of Pleistocene fills in the Ljubljana field. They still show, that the considerable thickness of the Pleistocene fills is due to sinking of the field. The differences in thickness in the northwestern and southern parts of the field, however, are probably due to not uniform sinking of the Permocarbonian basement, divided by faults in downthrown blocks. The exact position of the faults in the field itself has not yet been determined.

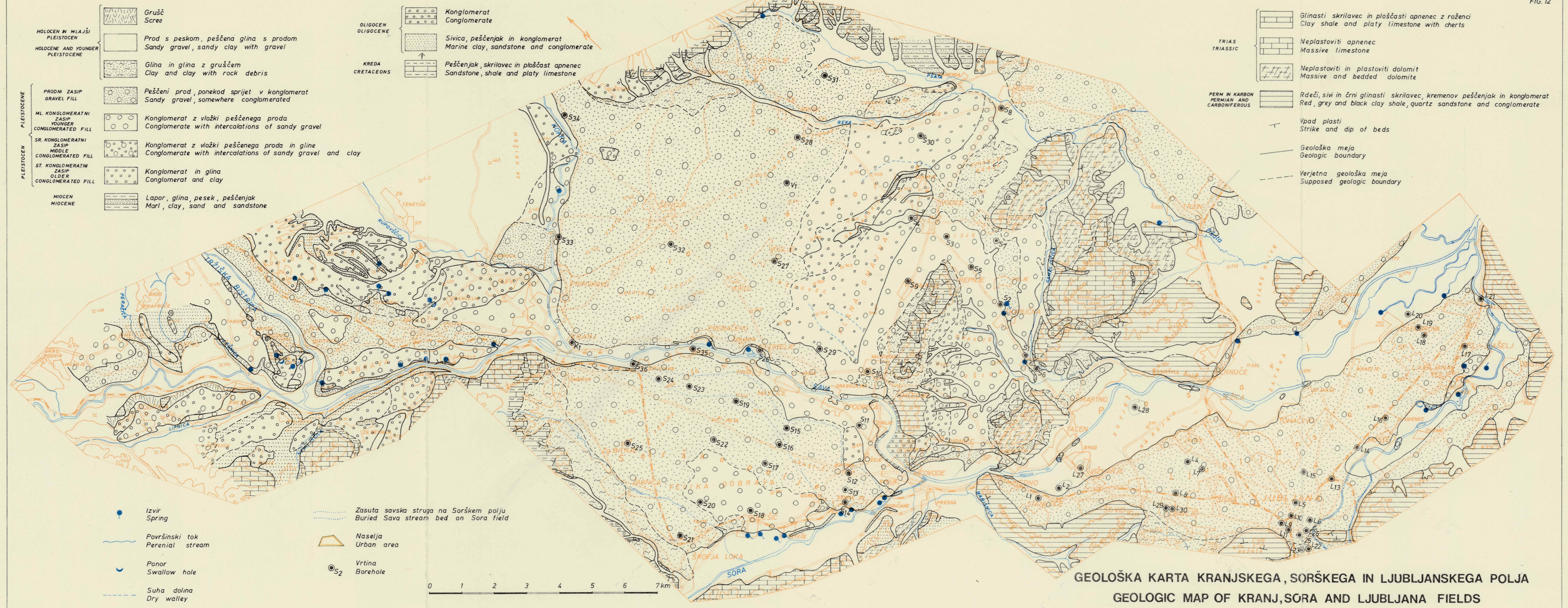
The field was downthrown mainly during glacial epoch, when large amounts of moraine deposits were carried to the fields. The limestone conglomerate of the Vič terrace, the Sava gravel and the conglomerate below the clayey sediments of the Barje near Dolgi Most and western of Dravljje show, that the Sava stream was flowing through the Ljubljana field already in older Pleistocene. Remnants of the younger conglomerated fill in the terraces at Spodnje Pirniče and Povodje show, that in the Riss glaciation the Sava found her way into the eastern part of the Ljubljana field.

The intermediate and younger conglomerated fills, and the gravel fill of the Ljubljana, Kranj, and Sora fields are connected with corresponding moraines in the Radovljica valley. On the Lipnica and Brdo plains

GEOLOŠKI PRESEK BROD - JEŽICA
TRANSVERSE GEOLOGIC SECTION ACROSS BROD AND JEŽICA

LEGENDA NA SL. 10
EXPLANATION IN THE FIG. 10





the intermediate conglomerated fill is overlain by the weathered moraine deposits.

On the Brdo and Lipnica plains the intermediate conglomerated fill is separated from the younger conglomerated fill by a high escarpment, where porphyrite tuff is outcropping. This proves, that the recession of the glacier was followed by erosion. The stream has cut through the moraine and conglomerated fill, and has incised into the underlaying tuff. The erosion was followed by deposition of younger conglomerated fill. In the terrace near Kolnica the fill consists of subangular gravel and large boulders, which proves that it was deposited near the frontal moraine. The younger conglomerated terrace near Bratranca on the left bank of the Sava, however, is overlain by moraines.

The gravel fill on the left bank of the Sava is directly connected with the Šmidol moraine, as already proven by Kuščer (1955).

The oldest moraines, which should be related with the older conglomerated fill, are not preserved.

From the aforementioned constataions follows, that the fills were formed from glacial streams, which deposited material from the frontal moraines along all their course. Due to the large size of the frontal and ground moraines, the initial hydraulic gradient of the streams in their upper course was very high, and because of their increased energy large quantities of moraine debris were carried away. In the conglomerated fills near Naklo angular boulders larger than one meter in size are often encountered, but can not be found in the recent deposits of the Sava river.

Gravels and boulders of older conglomerates in the younger conglomerated fills and gravel fill show, that every older fill has been conglomerated before the deposition of the more recent fill. The gravel was cemented during the erosional phases, when the level of the ground water table was lowered due to cutting of the streams into their beds, and therefore air found access into the porous deposits. The cementation of the gravel is a long process, which is accelerated by higher temperature. Both conditions were fulfilled in interglacial stages, which were also longer than the glacial stages. The gravel fill, proven to have been deposited during the Würm glaciation is still unconsolidated, as the warmer postglacial recessing period which started with the Daun stage, was too short for cementation of the gravel.

Stratigraphic classification of the fills is not secure, due to scarcity of fauna and flora remnants. The gravel fill is undoubtedly of Würm age, as below the gravel in bore S—14 in Senica it is underlain by organic clay. In this Šercelj found pollen, which proves either the last interglacial, or a certain Würm interstadial stage.

In Lokarje the intermediate conglomerated fill consists mainly of clay. In this, Šercelj found pollen which indicates a colder period of the upper part of the Lower Pleistocene, or a lower part of the Upper Pleistocene.

The four fluvial fills in the Ljubljana basin correspond to the four glaciations, Günz, Mindel, Riss, and Würm. The Günz moraines are not preserved. During glaciations the streams deposited gravel, during inter-

glacial stages they cut into the already conglomerated gravel fill, and into the underlying Tertiary beds as well. During deposition, the streams filled up their former beds. At the borders of the Kranj and Sora fields, which were during the erosional phase upthrown and tilted towards the central part of the fields, the younger fill did not reach up to the older one, and therefore terraces were built. In the central part of the Kranj and Sora field, which was downthrown, the streams filled at first their beds, and later flooded the field and covered the older fills.

Literatura

- Ampferer, O., 1917, Über die Saveterrassen in Oberkrain. *Jahrb. geol. R. A.*, 67, Wien.
- Breznik, M., 1967, Študija o preskrbi Doma tiska v Ljubljani s hladilno vodo. *Arhiv »Tehnike«*, Ljubljana.
- Čadež, N., 1960, Orientacijske geološke razmere na območju Ljubljana-Šiška. *Arhiv HMZ*, Ljubljana.
- Drobne, F., Tovornik, S., 1961, Obvestilo o raziskavah geoloških pogojev za gradnje na območju mesta Ljubljane. *Geologija*, Ljubljana.
- Gantar, J., 1955, Arnešova luknja. Poročila, *Acta carsologica*, Ljubljana.
- Ilešič, S., 1935, Terasa na Gorenjski ravnini. *Geogr. vestnik*, XI, Ljubljana.
- Kossmat, F., 1906, Das Gebiet zwischen dem Karst und Zuge der Julischen Alpen. *Jb. geol. R. A.*, Wien.
- Kossmat, F., 1910, Erläuterungen zur geologischen Karte Bischoflack und Idria, Wien.
- Kossmat, F., 1916, Die morphologische Entwicklung der Gebirge im Isonzo und oberen Savegebiet. *Z. Ges. Erdk.* Berlin.
- Kleibelsberg, R., 1949, Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie, Zweiter Band, Wien.
- Kühnel, W., 1933, Zur Stratigraphie und Tektonik der Tertiärmulden bei Kamnik (Stein) in Krain. *Prirod. razprave*, II, Ljubljana.
- Kuščer, D., 1955, Prispevek h glacialni geologiji Radovljiske kotline. *Geologija*, 3, Ljubljana.
- Lucerna, R., 1906, Gletscherspuren in den Steiner Alpen. *Geogr. Jahresbericht aus Österreich*. Jhg. IV, Wien.
- Melik, A., 1930, Bohinjski ledenik, *Geogr. vestnik*, V—VI, Ljubljana.
- Nosan, T., 1962, Poročilo o hidrogeoloških raziskovalnih delih za dodatno vodopreskrbo tovarne »Belinka«. *Arhiv Geol. zavoda*, Ljubljana.
- Pavlovec, R., Drobne, F., Šercelj, A., 1960, Nekaj analiz ter problematika pleistocenskih sedimentov v Lokarjih pri Vodicah. *Kamniški zbornik*, VI, Ljubljana.
- Penck, A., Brückner, E., 1909, Die Alpen im Eiszeitalter, I, III, Leipzig.
- Plemelj, A., 1963, Poročilo o tehničnih podatkih obstoječih vodnjakov pri stari kurilnici in tovarni dekorativnih tkanin v Ljubljani. *Arhiv ZRMK*, Ljubljana.
- Radinja, D., 1951, Sava na Ljubljanskem polju. *Geogr. vestnik*, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1930, K razvoju osamelcev in hidrografskega omrežja med Savo in in Kamniško Bistrico. *Geogr. vestnik*, 5—6, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1932, H geologiji Ljubljane in njene okolice. *Geogr. vestnik*, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1940, H geologiji Kranjsko-sorškega polja. *Geogr. vestnik*, 16, Ljubljana.

Rakovec, I., 1949, Dolina Vrat v pleistocenski dobi in razvoj Peričnika. Geogr. vestnik, XX—XXI, Ljubljana.

Rakovec, I., 1955, Geološka zgodovina ljubljanskih tal. Ljubljana.

Rakovec, I., 1956, Razvoj pleistocena na Slovenskem. Zbornik: Prvi jugosl. geol. kongres, Ljubljana.

Rupnik, V., 1948, Tehnično poročilo hidrološke raziskave podtalnice Ljubljanskega polja in okolice. Diplomsko delo, Ljubljana.

Smreker, O., 1888, Projekt für das Wasserwerk Laibach, Erläuterungsbericht, Laibach.

Sketelj, J., 1963, Preskrba s hladilno vodo za Trg revolucije. Arhiv. Inst. za zdravstveno hidrotehniko, Ljubljana.

Stur, D., 1888, Zur Wasserversorgungs-Frage der Landeshauptstadt Laibach.

Šifrer, M., 1961, Porečje Kamniške Bistrice v pleistocenu. Razprave IV. razr. SAZU, 12, Ljubljana.

Šifrer, M., 1963, Kvartarni razvoj Dobrav. Poročilo za Sklad Borisa Kidriča, Ljubljana.

Tomšič, 1960, Glavni projekt za vodovod nove kurilnice ŽTP-Ljubljana v Mostah. Arhiv Industr. biroja, Ljubljana.

Troll, C., 1944, Diluvial-Geologie und Klima. Klimaheft der Geologischen Rundschau, Bd. 34, Stuttgart.

Wentzel, J., 1901, Ein Beitrag zur Bildungsgeschichte des Thales der Neumarkter Feistritz. Jahresber. d. Staats-Oberrealschule in Laibach, Ljubljana.

Wentzel, J., 1922, Zur Bildungsgeschichte des Laibacher Feldes und Laibacher Moores. Lotos, 70, Prag.

Zibrik, K., 1960, Orientacijsko hidrološko poročilo o obstoječih razmerah podtalnice na območju Ljubljanskega polja v zvezi z določitvijo lokacije vodnjaka za potrebe umetnega drsališča v Tivoliju. Arhiv HMZ, Ljubljana.