

Владислав Влаховић

Водопропустљивост крашке акумулације „Слано“ и начин рјешења

У в о д

Акумулација „Слано“ налази се у западној изворној челенци Никшићког поља у локалности Сланског поља, по коме је и добила име (сл. 1).

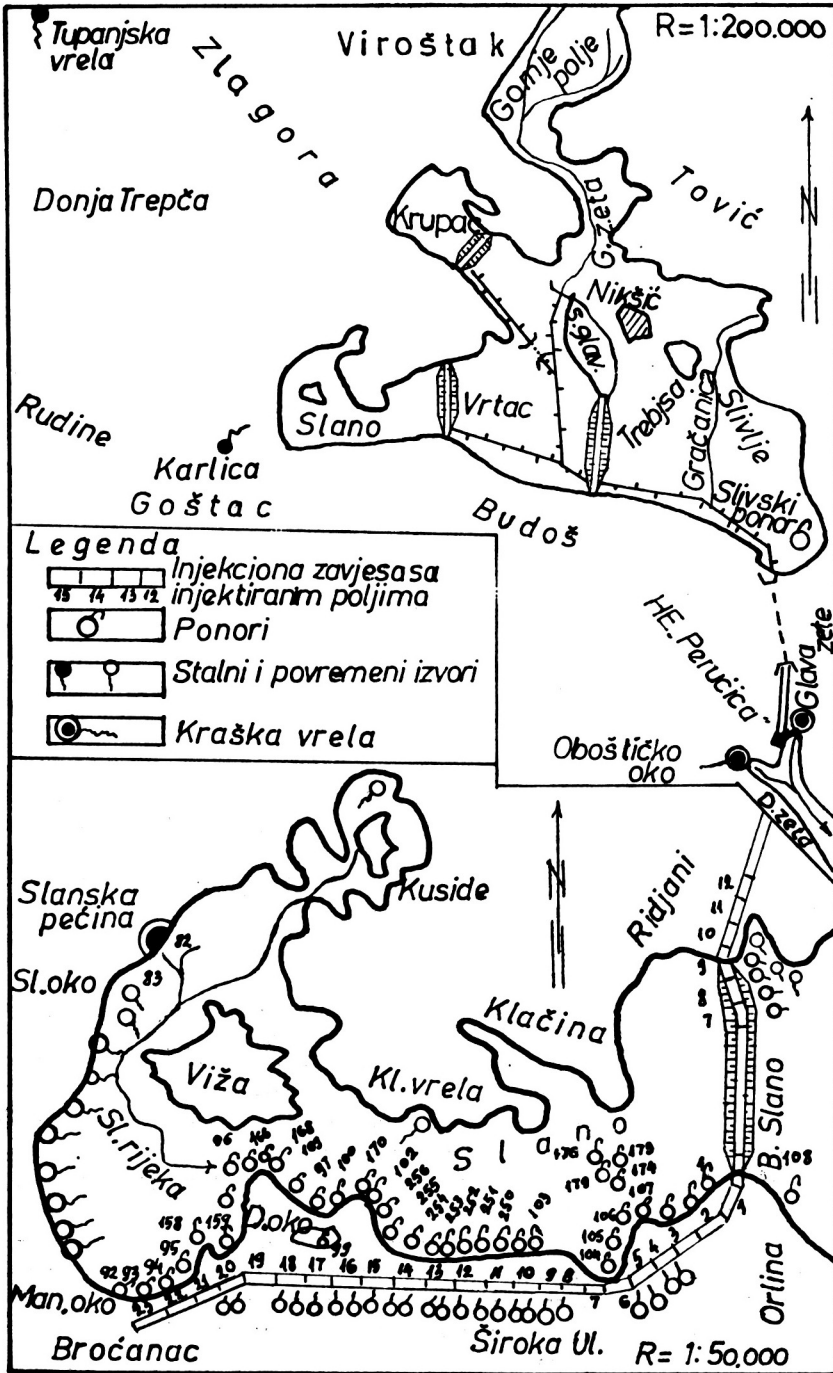
Сланско поље је окружено са јужне и западне стране падинама планине Будоша и Гошца а са сјеверне Риђанским рупама и падинама планине Његоша. Оно је према истоку отворено и везује се за Вртачко поље.

Акумулација „Слано“ формирана је на крашком пољу путем подигнуте бране Орлина — Риђани у Сланом и подигнутих инјекционих завјеса Орлина — Широка Улица — Брођанац и Орлина — Риђани. Она је подигнута до коте нормалног успора од 621 и за корисни акумулациони простор од 111 000 000 m³. Представља највећу акумулацију у Никшићком пољу, чија вода, са осталим водама овога поља, служи за покретање турбина хидроелектране „Перућица“ (сл. 1).

Акумулација „Слано“ налази се у крашком терену који обилује свим крашким феноменима и примјер је љутог краса. У њему вода на једном мјесту извире да би на другом понирала. Терен је такве хидрогеолошке природе да су нека крашка врела у условима успорене акумулације постали понори, па је вода понирала не само у поноре него и у та крашка врела. Због тога је водопропустљивост акумулације „Слано“ била изузетно велика и у првим данима њеног живота изгледала за многе непобједива.

Да бисмо могли лакше схватити ту пропустљивост ове крашке акумулације и начин њеног рјешења, потребно се претходно упознати са литостратиграфијом и хидрогеологијом Сланског поља, који су узроковали такву пропустљивост и омогућили њено рјешење.

Од тада се другој методи затварања понора све више придавао значај, па су се изводили одговарајући истражни радови и прикупљали подаци.



Сл. 1 Ситуација Сланске акумулације
 Situation de l'accumulation Slano

Најзад, послје низа студија током 1958. год. требало се одлучити за неку од метода заптивања понора у „Сланом“, а тиме и начина рјешења пропусности ове акумулације. У ово вријеме предложено је да се крашка акумулација „Славо“ формира не путем подизања бране на Широкој Улици и површинског заптивања понора, како је то било пројектом предвиђено, него путем подизања бране на профилу Орлина — Риђани и дубинског затварања понора, тј. постављањем инјекционих завјеса у ширину. Ова идеја потиче од аутора овог рада.

Она тада скоро и није имала присталица и није била прихваћена од мјеродавних стручних форума. Међутим, каснијим студијама и пројектима показало се да је она технички оправдана, и одлучено је да се приђе њеном остварењу. Изградња бране Орлина — Риђани почела је током 1960, а инјекциона завјеса у ширину током 1961. године.

Литостратиграфија

Геолошка испитивања су утврдила да подручје крашке акумулације „Славо“ изграђују стијене јурске, кредне, терцијарне и квартарне старости.

Јура. — Јурски седименти су релативно великог распрострањења, нарочито на јужном ободу Сланске акумулације и његовој широј позадини. Они су представљени кречњацима, доломитима, лапоровитим и долитским кречњацима и лапорцима. У овој сложеној серији слојева основну масу чине кречњаци. Јура је заступљена у цјелини (доња, средња и горња јура). Доњојурски седименти захватају углавном јужни обод акумулације. Ови седименти чине хетерогену серију слојева у којој су маркантно изражене лапоровито-кречњачке и доломитно-кречњачке творевине.

Прве творевине су представљене црним лапорцима, црним до свивим лапоровитим кречњацима, сивим до бијелим кречњацима и затим слојевима доломита, само су доломити заступљени у мањој мјери. Седименти су лијепо услојени. Лапорци су претежно танки и плочасти, кречњаци, лапоровити кречњаци и доломити су слојевити до банковити, а рјеђе масивни. Ови слојеви су најраспрострањенији међу седиментима доње јуре.

Седименти су богати фосилном фауном, а најраспрострањеније су шкољке литиотиси које се јављају у великом броју примјерака. Срећемо их у лапорцима и лапоровитим кречњацима. То су, у ствари, литиотски кречњаци. У овим седиментима нађени су још брахиоподи, криноиди, пужеви и шкољке. Седименти средње и горње јуре распрострањени су на јужном ободу акумулације „Славо“ око Широке Улице. Они су представљени кречњацима бијеле, жућкасте или сиве боје, који су слојевити, банковити или масивни. Леже конкордантно преко лијаских седимената. Њихови слојеви почињу свијетлосивим или мрким оолитским кречњацима, који леже преко лијаских доломита. Они су мале моћности, до 20 m, затим се понегдје јављају лапоровите зоне оолитских кречњака, па сиви, жућкасти, бјеличасти, а у завршном дијелу обично изразито бијели оолитски кречњаци.

Ови седименти су веома сиромашни фосилима. У њима ријетко срећемо остатке шкољки, пужева и других организама. То су, у ствари, кречњаци неритске фације, претежно спрудног карактера.

Ти кречњаци представљају монотону серију слојева у којој се до сада није могла издвојити средња од горње јуре, јер горњи дио средње јуре личи на горњу јуру, а и једни и други су сиромашни фосилима.

Креда. — Кретацејски седименти су веома распрострањени у Сланом. Они се јављају како у самом пољу, тако и на његовим странама. Можемо рећи да кретацејски слојеви окружују поље са свих страна. Они су заступљени доломитима и кречњацима, нарочито овим другим. Развијене су доња и горња креда. Доњокредни сидеманти испољени су око Широке Улице и у Орлини. Они су представљени кречњацима и доломитима. Слојеви доломита јављају се само у кровини боксита и то услојени са кречњацима мале моћности. Због тога кречњаци преовлађују.

Кречњаци су претежно слојевити, рјеђе банковити или масивни. Они су жућкастосиве или бијеле боје. Изразито бијели кречњаци јављају се у подини бијелих боксита. Слојеви доње креде су сиромашни фосилном фауном, али је ипак има.

Горњокредни седименти имају велико распрострањење у Сланом. Окружавају га са свих страна, а јављају се и у самом пољу у кречњачким хумкама.

Ови седименти представљени су кречњацима и доломитима, а кречњаци преовлађују. У горњем дијелу горње креде доломити изостају, а кречњаци чине основну масу. Седименти су слојевити, банковити и рјеђе масивни. Доломити су обично бијеле боје а рјеђе су свијетлосиве. Кречњаци су најчешће бјеличасти, свијетлосиви, жућкасти а има их и руменкастих.

Седименти горње креде леже дискордантно (ерозиона дискорданција) преко старијих седимената, само уколико нијесу доведени у обрнут положај тектонским процесима. Они почињу свијетлосивим кречњацима, који се обично налазе у кровини бијелих и црвених боксита, а онда се ређају слојеви доломита и кречњака, док најзад не пређу, у најгорњим дијеловима серије, у чисто кречњачку фацију.

У седиментима горње креде налази се доста фосила. Они су очувани у кречњацима. То је претежно рудисна фауна, али се јавља и микрофауна.

Терцијар. — Ови седименти су представљени зеленим, сивим или тамноруменим до црвеним лапоровитим или глиненним шкриљцима, затим сивим пјешчарима, који су понекад конгломератични, затим конгломератима и сивим или бјеличастим кречњацима. Основну масу терцијарних седимената чине шкриљци. То су слојеви терцијарног флиша.

У подини ових седимената налазимо често базалне конгломерате, који су пуни одломака рудиста, рудисне фауне, а онда се ређају конгломерати, шкриљци, пјешчари и сочива кречњака. У овим седиментима се налази фосилна фауна од нумулита.

Квартар. — Квартарни седименти су на терену Сланског поља добро развијени и релативно су великог распрострањења. Они обухва-

тају углавном раван овог поља. Квартар је развијен у оба одјељка: ледено доба и геолошкој данашњици.

Седименти леденог доба у овом пољу престављени су глинама, шљунковима, пијесцима, конгломератима, пјешчарима и мањим и већим блоковима кречњака, који су уваљани у глиновито-шљунковито-пјесковиту масу. Основну масу чине глине, шљунак и пијесак. Тај материјал су нанијеле површинске воде и таложиле прво грубљи, тамо гдје им је транспортна моћ опала, а финији много даље.

Глине су различито обојене, од тамномрке до сивозелене. Оне су прашинасте, пјесковите, шљунковите до фино колоидне. Фино прашинасте глине, понекад и нешто пјесковите, са интеркалацијама финог пијеска, протежу се до близу Риђанá и понора званог Крш (сл. 1).

Овакав састав седимената доказан је геолошко-истражним бушењима, извршеним од почетка 1952. год. до средине 1958. у оквиру испитивања могућности стварања вјештачких акумулација у овом пољу. Седименти су релативно доста моћни и крећу се око 12 m. Фосилна фауна није у њима нађена. Старост ових седимената није, дакле, палеонтолошки одређена, него се сматра да су тако млади, моћни и хетерогени седименти могли настати само у дилувијуму. Ови седименти постепено прелазе у геолошку данашњицу (алувијум).

Алувијални седименти су релативно мале моћности. Они су испољени дуж рјечних корита, усјечених у дилувијалним седиментима у којима се налазе алувијалне творевине састављене од пијеска, шљунка, муља и глине.

Хидрогеологија

Хидрогеологија Сланског поља је разноврсна. Та разноврсност се огледа у избијању воде на површину у облику извора и снажних врела, у њиховом кратком површинском отицању и понирању, да би се опет појавиле у изворима.

Сливом подручје овог поља припада углавном крашком терену. Оно је богато вртачама, јамама, пукотинама, расједима итд. Једном ријечју, постоје на њему широке могућности за понирање површинске воде, те, изузев Поља, нема на њему површинских водотока. Због тога највећи дио воде циркулише подземно. Она, тако се крећући извире једним дијелом у Сланско поље, понире у њему и опет се појављује у изворној челенци Доње Зете. Други дио отиче према овој челенци.

Овакво кретање воде чини хидрогеологију Сланског поља врло сложеном, а тиме и занимљивом за проучавање. Ти хидрогеолошки односи последица су геолошког састава терена, који је углавном крашки.

Ми ћемо се на наредним страницама упознати са важнијим изворима и понорима, а онда са крашком ерозијом и крашком издани.

Извори

Стални извори су у околини овог поља ријетка појава. Због тога најмањи изворчић представља за становнике велику вриједност, нарочито лети, кад пресуше многи сеоски бунари и ублине. У околини Поља познати су извори Карлица, Трепачка и Тупањска врела. У

Сланском пољу познато је много извора, а од њих су најјачи Сланска пећина, Сланско и Манито око.

Карлица се налази недалеко од западног обода Сланог, у Воњином Долу. (сл. 1). Овај извор се јавља из једне пукотине лијаских доломита и то у више танких цурака, који се сакупљају у мањи доломитски резервоар. Издашност извора, на дан 19. VII 1958. год., износила је $1/4$ l/sec. Он никада не пресуши. Вода није много хладна али је питка. Његова издашност се много не повећава ни у вријеме великих падавина. Сабирна површина му је сјеверни дио Гошца, претежно изграђена од јурских кречњака који леже преко лијаских доломита, а силазе до његове непосредне близине. Он се налази на 719 m апсолутне висине. У његовој непосредној близини налазе се два повремена извора, која љети обично пресуше. Близу Карлице, идући према западу, налази се у Трубјели пијезометар 188, који је у лијаским доломитима, Он показује да се апсолутни љетни нивои подземне воде крећу око 660. Такође и пијезометар 176, који се налази југоисточно од овог извора у засеоку Пониквици а у лапоровитим кречњацима, показује да се апсолутни најнижи ниво подземне воде љети креће око 621. Ове чињенице указују да извор Карлицу храни мања локална висећа издан формирана у кречњацима горње јуре, а изнад лијаског доломита, чије се дренирање врши преко овог извора.

Трепачка врела се налазе у планини Његошу, а у селу Трепчима (сл. 1), заправо у сјевероисточном дијелу Трепачке увале. Ово су повремена крашка врела. Она у вријеме већих падавина дају велике количине воде од више m^3 /sec. Колико су ова повремена врела снажна, најбоље говори чињеница да је у току великих падавина 18. X 1961. год. услед велике набујалости врела, крашка увала Трепча била сва под водом. Вода је у њој толико нарасла да је потопила и сеоску цркву, од које се видио само крст. Послије кише врела убрзо пресуше. Она се јављају на више мјеста, па и отуда носе назив Врела. Геолошки су условљена лежиштима боксита, која се налазе на граници горње јуре и горње креде, а у њиховој су близини тако да је у овој локалности гдје се они налазе крашка издан релативно близу површине.

Тупањска врела такође се налазе у Његошу. Удаљена су од Трепачких врела око 4 km (сл. 1). сјеверозападно. Извиру из кречњака горње јуре. У њиховој непосредној близини, са низводне стране, налазе се бијели боксити, који су на граници кречњака горње јуре и горње креде. Тај боксит, као практично непропустан слој, условио је у овој локалности да крашка издан буде плитка и да се дренира преко ових врела. Овдје се јављају два врела близу једно другом. Она никада не пресуше. Горње врело је јаче од доњег. Њихова минимална издашност креће се око 1 l/sec. Иначе, у вријеме јачих падавина њихова издашност увећа се више десетина пута. Иако су ово мали извори, народ их зове врелима због великог надоласка у вријеме јаких падавина и зато што представљају за овај крај, будући да су то једина врела, велику драгоценост. Мјештани су подигли на њима воденице.

Сланска пећина налази се на западном ободу Сланског поља, а њено дно лежи на 602,5 m надморске висине. Отвор пећинског канала широк је око 12 m а висок око 4m (сл. 2).



Сл. 2 Сланска пећина (Фото Ј. Перовић)
La Grotte Slansko

У њеном каналу задржава се љети вода и допире до близу дна отвора. Канал пресуши само изразито сушних година. Имао сам прилике да, 16. XII 1953. год., уђем у њега, када је била изузетно велика суша, какву стари од 70 и више година нијесу запамтили. Те године су пресушили сви извори у Сланом, осим Крбање, чија је вода једва текла. Вода у каналу Сланске пећине била је скоро пресушила. Једино се одржавала у једном малом језеру преко кога се прешло гуменим чамцем. Канал се углавном пружа у правцу сјевероистока. У њему се налазе већа и мања проширења. Чело канала је исјечено зјапећим пукотинама дуж којих циркулишу подземне воде. Канал је дугачак 114,60 m. При крају се грана у четири мања канала, а камен убачен у оне што су у подини падао је у воду.

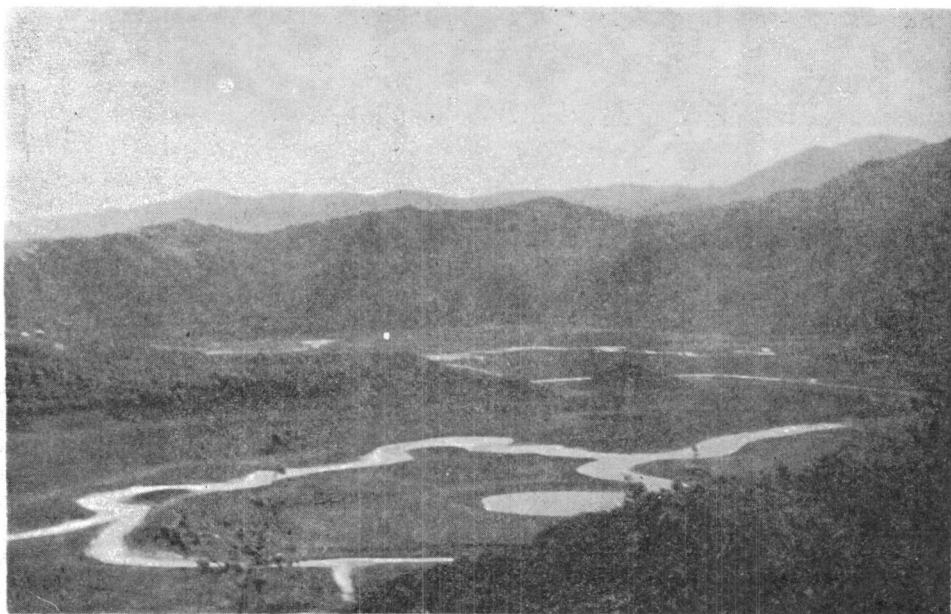
Дуж самог канала уочава се једна пукотина у правцу сјевероистока, која је предиспонирала његов постанак. У њему се читавом дужином са стране налазе мањи каналићи и проширене пукотине дуж којих вода циркулише.

Сланска пећина је формирана у кречњацима горње креде. Она представља јако повремено крашко врело. Из ње првих великих јесењих киша па, углавном, до почетка лjeta избија читава ријека. Овакав њен режим влада од како су изведени мелирациони радови у Крупцу, пред сами други свјетски рат. Раније је из ње извирила вода цијеле године, осим изузетно сушних година.

Утврђено је да је Пећина повезана са Крупачким понорима па и њена функција извирања лјети зависила је једним дијелом од количине увирања воде у те поноре.

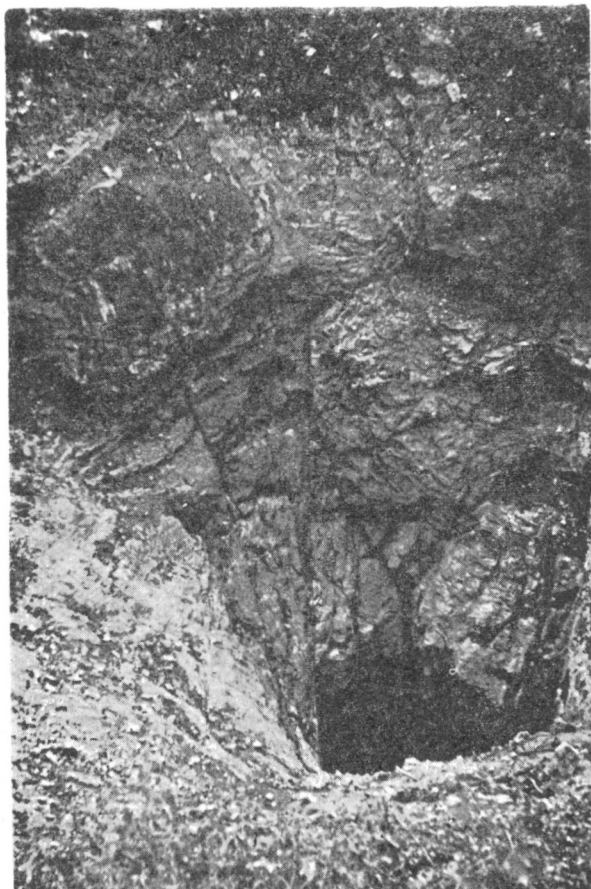
Током лjeta 1958. год., када се успорило Крупачко језеро подизањем бране „Крупац“, из Сланске пећине је текла лјети читава ријека. Међутим, од када је изграђена инјекциона завјеса на Крупачким понорима, она опет лјети пресушује.

Сланско око (83) налази се на западном ободу Сланог у непосредној близини Сланске пећине. Ово врело има велику сабирну површину у правцу Трепача и Његоша. Због тога је веома издашно и даје у вријеме великих падавина више $m^3/sec.$ воде, Оно сушних година пресуши и не отиче дуж корита, али му се вода одржава у његовом левкастом удубљењу. Само веома сушних година, као што је била 1953, пресуши и у удубљењу, које силази до 594,6 m апсолутне висине. Удубљење има облик мање вртаче, коју вода приликом отицања испуњава па личи на мање језеро (сл. 3).



Сл. 3 Панорама Сланског поља са Сланском ријеком
 — лијеви крак представља ријеку Сланске пећине
 — десни крак представља Сланско око (Фото В. Влаховић)
 Panorama du champs Slansko avec le fleuve Slansko.
 — le bras gauche c'est la rivière de la Grotte Slansko;
 — le bras droit c'est l'Oeil Slansko.

Манито око се налази на крајњем јужном ободу Сланог. Извире из доломита доње јуре (сл. 4). Има велику сабирну површину, која се простире у правцу Гошца и Броњанца. Отуда оно у вријеме великих падавина даје више $m^3/sec.$ воде и избацује је са јаким пулзацијама одоздо, па га народ зато и назива Манито око. Када нема падавина у њега вода понире. У најнижем дијелу ове вртаче вода се одржава преко цијеле године (види сл. 4). Љети 1962. год. у њему је била пос-



Сл. 4 Манито око (Фото Љ. Перовић)
L'Oeil fou

тављена пумпа за снабдијевање водом градилишта инјекционе завјесе на Широкој Улици, јер је била пресушила Сланска ријека. Пумпа, капацитета 1000 л/мин, избацивала је из ока стално воду али се није могла исцрпсти, јер је прилив воде био већи од капацитета пумпе. Према томе, ово око представља јако врело, чија се вода одводњава подземно. Оно никада не пресуши. Само изузетно сушне 1953. год. вода му се спустила ниско у канал и мјештани су у њега силазили ради узимања воде. Тај канал иде у правцу сјевероистока.

Бунари

На неким јамама сељаци су подигли бунаре из којих се снабдијевају водом за пиће. На примјер, бунар бр. 2 у Клачини, поред самог пута који води од Клачине према Горњем Сланом (Кусиде), подигнут је на једној јами која се формирала на зјапећој пукотини. У бунару сам 23. VII 1955. видио пуно риба („глаовица“). Значи да ова вода не стагнира, него понире и циркулише кроз подземне крашке канале. Таквог су типа бунари који се налазе у Риђанским рупама и Кусидима, а везани су за кречњаке горње креде.

Понори

Слански понори се налазе у Сланом на терену Кусидâ и Блатине, а затим у Доњем Сланом дуж јужног обода идући од Манитог ока према истоку, распоређени ободом поља један поред другог, до Орлине. Народ их назива понорима и ми их тако зовемо, да се не би стварала забуна, али то би по свом механизму, биле еставеле. У сланској акумулацији нема чистих понора, него само еставеле. Оваквих понора има и у средини поља (Гицини понори у Сланом, који су поред самог колског пута са лијеве стране идући према Броћанцу).

Понори у Сланском пољу претежно су љевкастог облика, а лијевак се налази у кварталном наносу. На дно тога лијевка налази се обично један или више канала, или проширених пукотина везаних за кречњаке или доломите. У њима вода понире и одлази подземно. Типичан је представник љевкастог понора Манито око (сл. 4).

Рјеђи је случај да понори имају изглед пећине. То су понори у кречњацима. Таквог је изгледа Ајдаров понор који се налази на јужном ободу Сланог (сл. 5). Њега одваја од Диљиног ока кречњачка пречага широка око 80 m (сл. 1). На његовом дну налази се проширени подземни канал који се простире у дужини према југозападу, затим скреће према сјеверозападу. Он меандрира па његова испитана дужина износи 71 m.

У понор се спустио јесени 1956 год. Ј. Петровић, са својом екипом, али су испитивања усљед надоласка подземних вода, обустављена. Само за пола сата на дубини 20 m вода је нарасла 2 метра.

У овај канал је најдаље продрла екипа друштва за испитивање јама „Постојна“ у другој половини августа 1957. год. Она је наишла на један мањи базен са водом и на крају канала на такво сужење кроз које нијесу могли даље продријети.

Ајдаров понор и његови испитани канали формиран су у горњојурским слојевитим кречњацима. Слојеви падају према СИ. Они су јако испрскали. Понор се налази на контакту кречњака и наноса испод кречњачког одсјека, који стрмо пада око 8 m, а сав је испресијецан многобројним пуоктинама. Тиме је био предиспониран да крашка ерозија у њему оформи овај понор.



Сл. 5 Ајдаров Понор (Фото Јб. Перовић)
Le Gouffre d'Ajdar

Веза понорâ и изворâ

У Сланском пољу су вршена испитивања повезаности понорâ и изворâ, путем бојења флуоресцеинат натријума ($C_2O H_{10} Na_2$).

Слански понор 96 бојен је више пута и тако је установљено да он има везу са врелима у врху Бјелопавлићке равнице, и то са Обошћичким оком и трима врелима у Дреновштици (сл. 1).

Путем бојења утврђено је да са Обошћичким оком има везу низ понора у Сланом: Коштрикова лука (159), Ајдаров понор (97), Диљино око (99), Бацковића понори (102), понори Широке Улице (103), Клачинска врела и понори под Орлином (106, 181, 188 и 107).

Крашка ерозија

Како је терен Сланског поља и његове околине изграђен од кречњачко-доломитских и лапоровито-кречњачких стијена, а уз то су ове

стијене исјечене расједима и убрале, овакав геолошки и геотектонски састав терена био је погодан за крашку ерозију. Због тога је у њему веома изразит крашки рељеф. Он се одликује бројним вртачама, шкрапама, понорима, јамама, увалама итд., па вода од падавина пропадне и тече подземно. У овом терену крашка ерозија је, негдје више-негдје мање, продрла и формирала своје облике. У овом терену постоји мрежа пијезометарских бушотина. Она се налази у теренима различитог састава, а неки од пијезометара осматрају се већ неколико година. Из тога, а и из геолошког састава терена, можемо доћи до извјесног сазнања о дубини продора крашке ерозије.

Први постављени пијезометри у овом терену (106, 107, 108) пружици су податке о плиткој крашкој ерозији у односу на Поље. Подаци су били привлачни и интересантни у погледу дубине крашке ерозије, па се та мрежа из године у годину допуњавала новим пијезометрима са циљем да се о томе нешто више сазна.

Анализом свих досада постављених пијезометара добија се утисак да крашка ерозија није дубоко продрла у кречњачку масу и не силази до великих дубина, односно до нивоа мора. У прилог овоме иду и релативно плитки најнижи нивои подземних вода у односу на терен, а нарочито на Сланско поље. Затим ова анализа указује да најнижи нивои подземних вода силазе до зоне слабије изражених подземних крашких облика.

Те чињенице говоре да се гро подземних облика крашке ерозије налази у зони највећих кретања подземних вода у хоризонталном и вертикалном правцу, тј. од површине терена до нивоа подземних вода. То значи да крашка ерозија није дубока испод најнижих нивоа подземних вода.

Ово схватање потврђују и многа испитивања ВДП-а извршена у карбонатним стијенама овог терена. Опадање ВДП-а нарочито је изражено испод најнижег нивоа подземне воде, што упућује на закључак да крашка ерозија испод овог нивоа није дубока. Ово је потврђено дубоком пијезометарском бушотином 173 која се налази у Броћанцу код Основне школе. Она је ишла испод најнижег нивоа подземне воде 185 m. Све етаже од 5 m, које су испитане на ВДП-е, ишле су кроз практично водонепропусне стијене.

К р а ш к а и з д а н

Видјели смо да су најстарије стијене овог терена доломитско-кречњачка серија лијаса. Ови слојеви леже преко доломита горњег тријаса, који су испољени у Пустом Лисцу. Овај тријас не обухвата наша карта, а доломити се сматрају као практично непропустљиви. Они су покривени дебелим кречњачким наслагама доње и горње јуре, а затим горње креде. У овом се терену ради о релативно плиткој крашкој ерозији, која није ни допрла до њих. Због тога имамо подземну воду релативно близу површине.

Како је ово крашки терен, то вода која падне у облику кише и снијега не тече по површини (осим у пољу), него пропада кроз бројне јаме, поноре, вртаче, пукотине итд. Сакупља се у подземљу у сложену

мрежу канала и каналића најразличитије испреплијетаних и међусобно повезаних, чинећи тако крашку издан разбијеног типа.

Матичне стијене, које носе воду и међу којима циркулише подземна вода, јесу кречњаци и доломити јуре и горње креде. Квартарне пјесковите глине, које се налазе у овом пољу, имају у основи везану воду. Воде које се налазе у шљунку и пијеску, а нијесу изоловане глином него леже на кречњацима, зависе од њих. Према томе, квартарне наслаге, у погледу издашности крашке издани, у практичном смислу као да и не постоје.

Видјели смо да у Сланом, има пуно извора и еставела. Њихов рад зависи од издани. Уколико издан расте, утолико су они јачи и стварају се у пољу поплаве; уколико издан опада, они слабе и најзад пресуше и то у случају када се издан спусти испод равни Поља.

Да бисмо установили присуство ове воде и пратили њено колебање, постављено је у овом дијелу терена 60 пијезометара. У већини њих прати се колебање подземних вода већ више година. Из тога се виде осцилације подземних вода, које зависе од падавина. Најниже су подземне воде у другој половини лjeta и почетком јесени, јер у том периоду скоро и нема падавина, или их има мало. Осцилације су различите код појединих пијезометара. Оне зависе у првом реду од положаја пијезометара у самој издани, тј. да ли има услова за њено брзо пражњење, а у вријеме падавина и за брзо засићење.

Резултати добијени помоћу пијезометара, постојање извора у Сланом и повезаност понора и извора несумњиво говоре о постојању крашке издани какву смо овдје описали.

Ова издан има извјестан, нагиб, па вода циркулише према условима нагиба. Она се креће сложенем мрежом канала и каналића. Ови су канали од ситнијих до крупнијих размјера, као што су они Сланске пећине, Манитог ока, Ајдаровог понора, Клачинских и Риђанских бунара итд. или можда још крупнијих. Највећа је циркулација подземне воде дуж канала већих димензија било у хоризонталном било вертикалном смислу. Они су главни дренажи који воду сакупљају и одводе је у правцу њеног најнижег ерозионог базиса.

Никшићко поље, у погледу геотектонике, чини једну синклиналу, која идући према сјевероистоку прелази у антиклиналу Војника и Прекорнице, а према југозападу у антиклиналу Старе Црне Горе. Она се на ЈИ продужује према Доњој Зети, удаљеној од њега ваздушном линијом 4,5 km. Ова два простора су раздвојена кречњачком прецагом Кунак — Будош. Према томе, природна геолошко-тектонска условљеност за одлажење подземних вода из овог поља усмјерена је према југоистоку, односно, према долини Доње Зете, јер је и општи нагиб терена у том правцу.

Терен Сланског поља, о коме се овдје говори, представља само један дио сјевероисточног крила антиклинале Старе Црне Горе. Општи је правац пада слојева према сјевероистоку. Затим, лијаски слојеви, као најстарији, леже преко горњотријаских доломита, који су испољени у Пустом лисцу, а у самој су близини овог терена. Сматрамо да ови доломити чине солидну основу за непропустљивост терена. Према томе, геолошка и геотектонска условљеност за нагиб крашке издани у овом терену је према југоистоку, односно према долини Доње Зете.

Да би се та претпоставка провјерила, постављено је у терену оних 60 пијезометара, а затим је извршено низ бојења понора. Минимални и максимални нивои подземних вода, установљених помоћу пијезометара, полазећи од пијезометара 143 па идући ободом према брани Орлина — Риђани, приказани су у таб. 1.

Таб. 1. — Минимални (24. IX 1961) и максимални (12. XI 1961) ниво подземних вода

Niveau minimal (le 24. IX 1961) et niveau maximal (le 12. XI 1961) des eaux souterraines

Ред. бр. №	Назив пијезометра Nom du piézomètre	Кота мин. нивоа воде Cote des eaux minimales	Кота макс. нивоа воде Cote des eaux maximales	Осцилације нивоа подз. воде Oscillation du niveau des eaux souterraines
1	2	3	4	5
1.	143	603,29	614,11	10,82
2.	B—1	601,07	608,82	7,75
3.	B—2	600,91	618,14	17,23
4.	135	599,7	629,97	34,27
5.	176	617,68	642,13	24,45
6.	177	696,97	700,24	3,27
7.	175	647,42	657,92	10,50
8.	174	601,31	607,30	5,99
9.	106	601,26	607,69	6,43
10.	G—577	613,08	661,43	47,35
11.	G—513	564,32	607,97	43,65
12.	116	600,31	607,71	7,40
13.	G—481	569,20	609,58	40,38
14.	117	602,30	610,36	8,06
15.	B— 2	601,38	609,79	8,41
16.	112	585,53	606,21	20,68
17.	113	602,38	611,43	9,05
18.	114	589,02	635,27	46,25
19.	156	576,38	611,23	34,85
20.	115	595,84	610,81	14,97
21.	G—353	580,33	593,03	12,70
22.	G—385	578,78	610,88	32,10
23.	G—417	575,46	609,71	34,25
24.	108	592,06	609,86	17,80
25.	G—449	567,31	606,36	39,05
26.	169	562,49	609,61	47,12
27.	171	562,41	609,11	46,70
28.	158	575,33	614,63	39,30
29.	157	569,38	608,58	39,20
30.	179	590,82	600,07	9,25
31.	173	D—589,76	613,88	24,12
32.	172	617,50	630,05	12,55
33.	178	606,98	617,21	10,23
34.	181	580,34	611,61	31,27
35.	180	D—552,00	576,88	24,88
36.	G—257	600,64	613,32	12,68
37.	G—225	600,63	612,23	11,60
38.	G—193	582,89	607,94	25,05
39.	G—161	582,76	595,16	12,40
40.	G—129	564,58	593,63	29,05

1	2	3	4	5
41.	137	572,97	614,12	41,15
42.	G— 97	570,51	609,61	39,10
43.	136	576,96	604,41	27,45
44.	G— 65	575,85	597,67	21,82
45.	G— 33	577,74	608,01	30,27
46.	G— 1	593,46	607,08	13,62
Укупно — Total:		27 165,29	28 252,76	1 086,47
Средње — Moyenne:		590,54	614,19	23,618

Из предње табеле за 1961. год. видимо да су основни правци кретања подземних вода при минималним и максималним нивоима према југоистоку, што се види из сл. 1.

Да би се ово још боље схватило, ми смо у јуну 1958. год. поставили привремене водомјерне летве на Манитом оку (92), Коштриковој луци (Е 159) и Диљином оку (99), као и у околним пијезометрима 106 и 107, и пратили кретање нивоа воде од 6. VI до 26. VI те године, када је Е 159 пресушила. За ових 20 дана у Е 159 вода је била на већем нивоу него у Диљином оку, а на мањем него у Манитом оку. Ови подаци поткрепљују горње тумачење. Резултати осматрања приказани су на таб. 2.

Таб. 2. — Ниво воде на еставелама и пијезометрима у јуну 1958. год.
Niveau de l'eau dans les estavelles et piézomètres au mois de juin 1958.

Датум осма- трања Date de l'observa- tion	Пијезо- метар 106 Piézomè- tre 106	Час L'heure	Манито око Manito oko	Час L'heure	Еставела Е 159 Estavelle Е 159	Пијезо- метар 107 Piézomè- tre 107	Час L'heure	Диљино око Diljino oko
			Кота ни- воа воде Cote du niveau de l'eau		Кота ни- воа воде Cote du niveau de l'eau			Кота ни- воа воде Cote du niveau de l'eau
6		12	604,73	12	604,64		12	604,13
7		10	604,76	10	604,58		10	604,03
8		10	604,60	10	604,46		10	603,90
6		10	604,55	10	604,39		10	603,81
10		10	604,47	12	604,20		12	603,61
11		10	604,71	10	604,55		10	604,38
12		9	604,71	9	604,55		9	604,26
13		11	604,67	11	604,51		11	604,14
14		11	604,97	11	604,64		11	604,17
15	605,06	9	605,01	9	604,80	604,98	9	604,20
16		9	604,92	9	604,78		9	604,16
17		9	604,82	9	604,73		9	604,10
18		9	604,77	9	604,69		9	604,07
19		8	604,67	8	604,58		8	604,04
20		7	604,50	7	604,50		7	603,90
21		8	604,56	8	604,48		8	603,75
22	604,84	7	604,49	7	604,28	604,95	7	603,60
23		8	604,40	8	603,97		8	603,40
24		10	604,26	10	603,83		10	603,28
25		10	604,10	10	603,69		10	603,08
26		10	603,97	10	603,54		10	602,89

Из изложеног видимо да су сви наведени резултати истражних радова указали на релативно плитку крашку издан у Сланском пољу, као и то да се њено дренаже, односно кретање подземних вода, врши у правцу најнижег ерозионог базиса који се налази у врху Бјелопавлићке равнице.

Водопропустљивост терена

Као практично водопропустљиве стијене можемо сматрати пјесковите глине квартара, слојеве боксита и флишне стијене горње креде и еоцена. Оне у ствари чине незнатан дио терена. Послије њих, по водопропустности, дошли би лијаски доломити. У њима су облици крашке ерозије слабије изражени. Због тога ове стијене сматрамо као слабо пропустљиве. Онда долази кречњачко-лапоровита серија слојева лијаса у којој има и слојева доломита. Она је пропустљивија од претходне. Послије ових по реду водопропустљивости дошли би, као нешто пропустљивији, кречњаци и доломити јуре и горње креде. Због тога њих издвајамо као веома пропустљиве стијене.

У свих наведених стијена, посматрано од површине према дубини, пропустљивост се у принципу смањује, док се најзад не дође до практично непропустљивих стијена. Ово постепено смањивање пропустљивости нарочито је изражено испод најнижих нивоа подземних вода (таб. 3)

Таб. 3. — Специфична водопропустљивост (W) испод најнижих нивоа подземних вода (l/min).

Permeabilité spécifique (W) au-dessous des niveaux les plus bas des eaux souterraines

Број пије- зометра Numero du piézomètre	Дужина етаже m Longueur de l'étage	W	Број пије- зометра Numero du piézomètre	Дужина етаже m Longueur de l'étage	W
1	2	3	4	5	6
112	10	0,00	—	5	0,02
113	5	0,34	—	5	0,03
—	5	0,39	157	5	0,01
113	5	0,00	—	5	0,07
—	10	0,00	—	5	0,02
—	10	0,00	—	5	0,00
115	5	0,00	—	5	0,00
114	5	0,00	—	5	0,03
—	10	0,00	—	5	0,06
—	5	0,05	—	5	0,31
116	5	0,02	—	5	0,15
—	10	0,00	—	5	0,01
—	5	0,00	158	5	0,00
—	5	0,28	—	5	0,01
—	5	0,02	—	5	0,01
—	5	0,08	—	5	0,01
—	5	0,05	—	5	0,01
—	5	—	—	5	0,12

1	2	3	4	5	6
155	5	0,03	—	5	0,01
—	5	0,05	167	5	0,14
—	5	0,08	—	5	0,00
—	5	0,03	—	5	0,00
—	5	0,04	—	5	0,00
—	5	0,05	—	5	0,00
—	5	0,03	—	5	0,00
—	5	0,01	—	5	0,00
—	5	0,32	168	5	0,00
—	5	0,31	—	5	0,00
—	5	0,02	—	5	0,00
—	5	0,02	—	5	0,00
156	5	0,03	—	5	0,00
—	5	0,02	—	5	0,00
—	5	0,00	—	5	0,00
—	5	0,01	—	5	0,00
—	5	0,00	—	5	0,00
—	5	0,00	—	5	0,00
—	5	0,00	—	5	0,00
—	5	0,00	—	5	0,00
—	5	—	169	5	0,00
—	5	0,01	—	5	0,00
—	5	0,01	—	5	0,00
—	5	0,18	—	5	0,00
171	5	0,13	175	5	0,00
—	5	0,00	—	5	0,00
—	5	0,00	—	5	0,00
—	5	0,00	—	5	0,00
—	5	0,00	—	5	0,06
—	5	0,00	—	5	0,08
—	5	0,00	—	5	0,07
172	5	0,01	176	5	0,06
—	5	0,00	—	5	0,01
—	5	0,02	—	5	0,00
—	5	0,00	—	5	0,01
173	5	0,04	—	5	0,00
—	5	0,05	—	5	0,00
—	5	0,00	177	5	0,04
174	5	0,00	—	5	0,01
—	5	0,00	—	5	0,02
—	5	0,00	—	—	—

Из таб. 3. видимо да 59 етажа има специфични ВДП $W = 0,00$ l/min/0,1 atm., што значи да су стијене у којима су етаже испитиване практично непропустљиве. Затим имамо 37 етажа са $W = 0,01 - 0,05$ l/min/0,1 atm. Стијене у којима се налазе ове етаже припадају онима са слабом водопропустљивошћу. Међутим, оних етажа чији је специфични ВДП-е изнад $W = 0,05$ l/min/0,1 atm. има 19. Ове стијене припадају групи које су практично пропустљиве. Подела стијена извршена је по Адамовићу и Колтунову (1957).

Ова анализа указује нам да имамо најмање етажа у пропустљивим стијенама. Оне се налазе одмах испод најнижег нивоа подземне воде. Даље видимо да долазе етаже са слабом пропустљивошћу, а онда највише је оних које су практично непропусне.

Испитивања су показала да се, у овом терену, изнад минималног нивоа подземних вода налазе подземни канали (сл. 6) и стијене са великом пропустљивошћу. У њима се негдје није могао ни постићи притисак при испитивању ВДП.

Пошто је подигнута брана Орлина — Риђани, свакодневно се мјери водостај у акумулацији „Слано“. На основу анализе тих података и досад познатих хидролошких метода одредили смо губитке воде у овој акумулацији. Тим путем смо углавном сагледали величину водопрпустљивости краса ове акумулације. Рачун нам је показао да се из акумулације „Слано“, при нормалној коти успора 621, губи воде око $19,0 \text{ m}^3/\text{sek.}$ просјечно, а при минималној коти успора 606 око $16 \text{ m}^3/\text{sek.}$ воде просјечно. Њена запремина, која износи $111\,000\,000 \text{ m}^3$ истекла би кроз поноре за око два ипо мјесеца. Може се рећи да су ови губици скоро три пута већи од средњег годишњег дотицаја у акумулацију. Из овога се види да је пропустљивост краса ове акумулације толика да не допушта стварање предвиђене водене акумулације само са браном на профилу Орлина—Риђани.

Практично водопрпустљивост ове акумулације тако је велика да њена вода може да покреће два агрегата на ХЕ „Перућица“ сваке секунде док може да постоји акумулација у односу на њен водни биланс. Поред тога, она се налази на неповољном положају у односу на редосљед коришћења њене воде на ХЕ „Перућица“. По свом положају прво се морају користити воде акумулације „Вртац“, а у њу улази главни водоток, тј. ријека Горња Зета. То би у ствари значило: док се ова вода из „Вртац“ потроши, вода из акумулације „Слано“ већ би углавном отишла кроз поноре и не би је било за коришћење. То ћемо касније видјети.

Кретање подземне воде

Водопрпустљивост можемо донекле сагледати из кретања подземне воде. Вода се у стијенама овог терена креће под дјејством молекулних сила привлачења и под дјејством гравитационе силе. Које ће се кретање одвијати, зависи од силе која преовлађује.

Видјели смо да је ВДП-е највећи изнад најнижег љетњег нивоа подземне воде, па изнад тог нивоа има највећи број подземних канала. Ове околности указују да изнад тог нивоа има и највише суперкапиларних пора. То упућује на закључак да се подземне воде крећу углавном изнад овог нивоа.

Испитивање ВДП-а у бушотинама направљеним у карбонатним стијенама показала су да имамо велики број етажа са специфичним ВДП-ом који се креће од $0,05 - 0,01 \text{ l/min/m/0,1 atm.}$ за које се, по Адамовићу и Колунову (1957), коефицијент филтрације, односно пропустљивости, креће од $1 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-5} \text{ cm/sek.}$ То одговара брзини од $0,36 - 0,072 \text{ cm/h.}$ Из овога се види да има доста етажа у којима су услови за релативно мале брзине. То говори да се у њима вода креће ламинарно. Такође смо видјели да у овим стијенама има подземних канала и проширених пукотина у којима постоје услови за турбулентна кретања подземне воде.

У карбонатним стијенама овог терена има, дакле, ламинарног и турбулентног кретања подземне воде.

Брзина кретања подземне воде испитивана је путем убацивања боје у поноре и њеног праћења послје колико часова ће се појавити у посматраном извору (види таб. 4). Понори су бојени флуоросцеином натријума. Анализа тих испитивања је показала да се брзина подземне воде у карбонатним стијенама Сланског поља и његове околине креће на поменутих понорима, који су бојени, од 0,87 cm/sec. до 2,7 cm/sec. Према М и л о ј е в и ћ у (1958) у крашким каналима ширине од 10 до 20 cm, турбулентно кретање може наступити при брзини 0,01 cm/sec. Претпостављена дужина пређеног пута одређена је праволинијски. Видјели смо да канали у подземљу меандрирају и по вертикали и по хоризонтали. Према томе, и подземна вода тако циркулише. Из тога се види да су стварне брзине подземне воде много веће од наведених, што значи да ова испитивања указују да су брзине подземне воде у каналима релативно велике, што упућује на закључак да су кретања воде у њима претежно турбулентна. Отуда и имамо у овом терену онако велику практичну водопропустљивост, која је забрињавала истраживаче.

Изложене чињенице упућују на закључак да се кретање подземне воде у карбонатним стијенама Сланског поља и његове околине креће разбијеном мрежом подземних канала повезаних сплетом суперкапиларних и капиларних пукотина, тако да оне у таквом сплету пукотина представљају главне дренаже подземне воде, према коме се оне крећу. Величина пукотина и канала одређује и вид кретања подземне воде, наиме, да ли ће кретање воде у пукотини, односно каналу, бити ламинарно или турбулентно. Од тога, као и од положаја пукотина, односно канала и нивоа подземне воде, зависи под којом се силом креће подземна вода, тј. да ли под силом гравитације или атхеизије. Кретање се врши под дјејством силе која преовлађује.

Начин рјешења водопропустљивости

Како је пропустљивост краса акумулације „Славо“ изузетно велика и губици воде из ње тако знатни, за многе је овај проблем у почетку испитивања изгледао несавладив. Уз то, као што смо видјели, понори у Сланом налазе се у изразито крашком терену, који у вријеме када раде као понори одводе велике количине неискоришћене воде, а у вријеме када раде као извори дају велике количине воде. Ове чињенице указују да је рјешење проблема било толико сложено да му вјероватно, у свијету нема равна. Требало је у вријеме понирања спријечити губљење воде из акумулације а у вријеме извирања омогућити да вода долази у акумулацију. Проблему се од првих дана студирања и пројектовања посветила посебна пажња. Нарочито је причињавало потешкоћу тражење неке од техничких метода којом би се елиминисали економски значајни губици воде што одлазе кроз поноре Сланског поља. Ових понора има велики број, а они раде као еставеле. Стога је пажња истраживача који су се бавили овим питањима била на њих усмјерена, те су чињени напори да се нађу техничка рјешења

која одговарају датим хидрогеолошким условима. За затварање понора, а тиме и за рјешење водопрпусности ове акумулације, предложени су различити методи. Степановић (1950) био је мишљења да би се они морали зазидати, а никако ограђивати насипима, даље је Репке (1951) сматрао да је затварање понора могуће само помоћу зидова или насипа, Јоксимовић и Јовановић (1954) кажу „Да би се што више избјегла изградња непотребних насипа, предвиђено је да се најприје изврши изолација свих понора и еставела и најважнијег понора Сливље“.

Влаховић (1956) је пак, изразио мишљење да је „ово поље у погледу подизања акумулација могуће сасвим успјешно ријешити путем дубинског затварања понорних канала“.

Предлагана су, дакле, два начина за затварање понора: површински и дубински.

Прво је био усвојен површински начин затварања понора. Да би се он провјерио, изграђена је цилиндрична брана у Сливљу. Ова брана је подигнута на највећем понору у Никшићком пољу, званом Сливски понор (сл. 1). Градња бране почела је 1953. год. а завршена 1954. Убрзо пошто је брана подигнута увидјело се да, и поред тога што се вода не улива у Сливски понор и што је доказана веза овог понора са врелом Перућице, ипак ово врело ради нормално, као да бране и не постоји.

Ове и друге чињенице биле су један од доказа у пракси више да се мора мијењати метод површинског затварања понора, а тиме и начин рјешења пропусности акумулација „Слано“, јер не пружа гаранције за успјех, а захтијева велика материјална средства. Због тога се разрађивала друга, дубинска метода затварања понора.

Дубинска метода затварања понора испробана је на акумулацији „Крупац“ на сектору Крупацких понора (сл. 1). Овај покушај је успио (Влаховић, 1960).

И поред тога што је у почетку била прихваћена концепција површинског затварања понора, ипак мисао загађивања крашке издани путем инјекционих завјеса на терену ове акумулације није престала да се развија. Напротив, она је све више продирала, јер су даљи истражни радови указивали на плитку крашку издан у Сланском пољу, па је то ишло у прилог примјени завјесе. Стога је најзад прихваћено да се проблем покуша ријешити дубинском методом затварања понора путем загађивања крашке издани постављањем једноредних инјекционих завјеса мале густине, коју је предложио и пројектовао аутор овог рада, па се убрзо пришло опрезно извођењу завјеса — поље по поље. То су инјекционе завјесе Броћанац — Широка Улица — Орлина и Орлина — Риђани — Црнодоли (сл. 1). Траса прве завјесе дугачка је око 4 600 m а друге око 3 000 m. Прва се својим западним опорцем ослања на доломите Броћанца, а источним на десни опорац бране Орлина — Риђани. У дубини се веже за практично водонепропусне кречњаке, који су испод најнижег љетњег нивоа подземне воде.

Друга се веже, својим десним опорцем, за прву завјесу а лијевим за флиш Црнодола. У дубини се веже за водонепропусне кречњаке, који се налазе испод најнижег нивоа подземне воде.

Завјеса Броћанац — Широка Улица — Орлина протеже се јужним ободом Сланог. Радови су на њој почели у љето 1961. год. До јануара 1974. изведено је њене трасе 4 200 m.

Завјеса Орлина — Риђани — Црнодоли иде дуж бране Орлина — Риђани и допире до Црнодола. Од ове завјесе до сада је изведена траса у дужини од 1 482 m.

У овом раду неће бити говора о инјекционим завјесама и њиховој методи извођења, јер ће то бити обухваћено посебним радом. Овдје ће бити ријечи о тешкоћама на које се наилазило, као и о резултатима постигнутим оваквим отклањањем пропустљивости.

Проблеми рјешења водопрпустљивости акумулације „Славо“

Инјекциони радови на завјесама акумулације „Славо“ почели су прво од Широке Улице идући према западу, а касније се ишло према истоку.

Приликом извођења радова највећу бригу и тешкоћу при отклањању водопрпустљивости задали су подземни канали, који су били повезани са понорима а налазили су се у нивоу подземних вода, или нешто испод тог нивоа. У њима се вода интензивно кретала цијеле године што је успоравало радове.

Такође, приликом извођења ових радова било је изузетно тешких проблема и код оних подземних канала који су се налазили у зони колебања подземних вода, па се морало чекати доба године када се подземна вода спусти испод нивоа ових канала. Управо, у току тог периода они су у сувој зони и тада се морало брзо радити на затварању.

У први тип спада подземни канал на пробном инјекционом пољу IX, који је набушен бушотином K-284.

Он је прогутао 1 072 805 kg инјекционе масе, дакле колико завјеса на брани у Ливеровићима са својих 13 390 m. Овај примјер убједљиво говори колико је било тешко инјектирање овог канала. Требало је овако велику количину инјекционе масе убацити кроз бушотину релативно малог пречника (\varnothing 128 mm) у дубину од 60 m.

Ово су били први подземни канали на које се наишло при бушењу. Касније, како се изводило које поље тако се наилазило на нове подземне канале чак и већих размјера, са новим и тежим проблемима. Успјешно рјешење овог проблема захтијевало је, заиста, доста и умних и физичких напора.

Подземни канали који су се налазили изнад зоне колебања подземне воде нијесу задавали неких посебних тешкоћа јер су инјектирани као етаже нормалних гутања. Подземни канали који су се налазили у зони колебања крашке издани такође су задали доста тешкоћа. Нпр., само неколико бушотина на пољу — XI, које су набушиле подземне канале, у овој зони, прогутало је 1 426 786 kg инјекционе масе. Такође и већина етажа великих гутања налази се у зони колебања крашке издани, управо у зони интензивног кретања подземне воде. Из овога се долази до закључка да подземне воде својим радом утичу на утрошак инјекционе масе, па су оне у разрађеним подземним

крашким облицима стварале велике проблеме у затварању понора, а тиме и у рјешавању пропустљивости.

Прва манифестација тих проблема искрсла је када су почели инјекциони радови на пробном пољу — IX. Бојењем је установљено да понори Широке Улице бр. 103-Б имају везу са посебним каналом овог поља који је набушила бушотина К-284.

Бојење је извршено 17. VI 1961. Боја је извађена из бушотине К-284 након 54 минута.

Узорци подземне воде из ове бушотине узимани су свака 3 минута. Хемијским анализама је констатовано да је боја убачена у понор скоро сва протекла кроз ову каверну. И поред тога што је ова веза установљена и што је ово поље, као и поље — X, потпуно заинјектирано понори бр. 103-Б примали су воду, али 50% мање. Сви остали понори западно од понора 103-Б примали су воду као да се није ништа инјектирало (сл. 1).

Овакви резултати на пољима обесхрабривали су, нарочито у погледу концепције рјешења, јер је са јужне стране ових понора заинјектирана траса у дужини 387 m. Ово је релативно велика дужина трасе, поготово што је на њој заинјектирано око 9 000 m и што су заинјектирани утврђени подземни канали, који су, како смо видјели, прогутали велике количине инјекционе масе. И поред свих тих напора и радова, још није било суштинских промјена на понорима. Међутим, сама чињеница да је хидролошким мјерењима установљено да на крајњој источној еставели бр. 103-Б понире мање воде око 50%, уливало је наду у исправност концепције и одабраног пута за спречавање водопропустљивости, па је одлучено да се по пројекту наставе инјекциони радови.

Приликом извођења инјекционих радова на пољу — XI и бојења понора 103-Б установљено је да ови понори имају везу за подземним каналима тога поља.

Бојење је извршено 2. VI 1962. 25 минута послѣ бојења фарба се појавила у бушотини бр. Г-329 на пољу — XI. Овај опит је поновљен послѣ извјесног времена, и добио се исти резултат. Лабораторијским испитивањем је констатовано да је скоро сва убачена боја прошла кроз подземни канал на бушотини Г-329. Те чињенице су указивале да вода која нестаје у понорима одлази подземно према једном и другом пољу, тј. разбијеном мрежом крашких канала. Због тога радови на затварању ових понора нијесу били ни лаки ни прости. Из тих разлога су хидрогеолошким студијама непрестано праћени инјекциони радови на терену.

Када су радови на пољу — XI, а у сектору бушотине Г-329, били углавном завршени, утврђено је редовним осматрањем да вода у групи понора 103-Б, 103-А, 103 и 1,2 и 250 не понире. Ово се нарочито лијепо манифестовало приликом великих падавина у фебруару 1963. године, јер су се 18. II 1963. год. појавили извори са јужне стране завјесе, али на сектору поља — IX и X. Они су трајали свега 2 дана, колико су заправо трајале и те највеће оборине. Понори—125, 252, 9 и 7, звани Понори—Т, који се налазе испод инјекционог поља—XI и у његовом сектору, примали су воду као да на овом пољу ништа није ни инјектирано. Такође су примали воду и понори западно од ових. Међутим,

када је заинјектирано поље—XII, престало је понирање кроз поноре 251, 252, 253, 7 и 9. Значи, са пољима — IX, X, XI и XII затворени су понори од Широке Улице до Јаме Поповића, тј. понори 103, 250, 251, 252, 253, 7 и 9.

На пољу — XIII појавио се проблем како да се затворе етаже великих гутања које се нијесу дале никаквом интерном масом инјектирати, па се морала употребљавати скупа инјекциона маса. Затварање каверне на пољу — XIV био је тежак задатак, јер се морао употребљавати шљунак, само у једну каверну уграђено га је 514 m³. Када су завршени инјекциони радови на пољима — XIII и XIV, престало је понирање воде у поноре — 254, 255, 256 и у Бацковића поноре.

На пољу — XV било је такође великих тешкоћа у погледу инјектирања због наилазка на подземне канале и на етаже великих гутања. Ипак је све то савладано инјекционом масом и инјекционим малтером. Поље — XVI је завршено без неких изузетних проблема. Са ова два поља затворени су понори у рејону Диљина ока, Ајдаровог понора и Сланског ока. Инјекциона поља — XVII, XVIII и XIX нијесу причинјавала посебне тешкоће.

Поље — XX причинило је изузетне тешкоће због затварања релативно великог подземног канала који се налази на дубини од 100 m и на око 40 m испод нивоа подземних вода. Налазио се управо у зони интензивне циркулације подземних вода. Колико је било тешко заптивање овог канала, најбоље показује податак да се у њега, кроз бушотину Д-1240 Ø 146 mm убацило 4 124 m³ шљунка и 2 324 146 kg инјекционе масе. Материјал се морао стрпљиво и опрезно сипати, јер је узгон подземних вода онемогућавао нормалан прилив материјала у подземни канал. Због тога је посао захтијевао доста времена, док се коначно затворио тај подземни канал протекла су двадесет и два мјесеца. Нарочито се губило вријеме због дугог периода високог нивоа подземних вода, када канал није скоро ни примао ову инертну масу. Морало се чекати да нивои подземних вода нагло опадну заправо, највећа су била примања у периоду најнижих нивоа подземних вода. Треба истаћи да се и акумулација „Славо“ редовно одржавала до краја љета, па је она директно утицала те су се нивои подземне воде релативно дуго одржавали на нивоима изнад природних. Може се рећи да је углавном сва ова маса уграђена у љетним и јесењим мјесецима, и то у VII, VIII, IX и X мјесецу 1968. и 1969, и то 3 814 m³ шљунка, а у свим осталим мјесецима 1969. године уграђено је 310 m³ шљунка, опет у тренутку када су подземне воде у опадању.

Овај канал је углавном затворен интерном масом. Када је ово поље заинјектирано, престала је да понире вода у поноре Коштрикове Луке (159).

Инјекциона поља — I, II, III, IV, VI и VII на потезу Орлина — Широка Улица заинјектирана су без неких посебних тешкоћа. Етажа великих гутања убрзо су савладане.

Поље — V налази се приближно на средини потеза Орлина — Широка Улица а у расједној зони. На овом пољу појавио се такође проблем затварања подземних канала. Један канал већих димензија налазио се у нивоу најнижих опажених подземних вода, а други у зони колебања тих вода. У овај други уграђено је 731,5 m³ шљунка и

то у периоду када су нивои подземних вода били испод каверне, тј. у јуну, јулу и августу 1968., а овај други није примао шљунак, па се морао затварати инјекционом масом. Због тога је у њега и сусједне канале поља — V уграђено инјекционе масе 12 321 247 kg и пијеска 591772 kg. Ово поље прогутало је инјекционе масе колико свих шест сусједних поља у дужини од 1 200 m. Поље V извршило је праву револуцију у погледу затварања понора у Сланом. Она је дошла до изражаја у тренутку када су на њему подземни канали и етаже великих гутања били заинјектирани, те је тада и престала да понире вода из акумулације „Слано“ у Пејовића поноре (106, 107, 104, 180, 184, 185 и 107), Гицине поноре (176, 177, 173 и 174) и Клачинска врела која љети и у јесен раде као понори. Рјешење понирања ових врела представљало је велика неизвјесност за све оне који су се бавили овим проблемом, па и за нас који смо активно изучавали ову проблематику. Постојала је само геолошка претпоставка о могућем кретању воде ових врела према том пољу, а то се и потврдило овим радовима. Док се на овом пољу заинјектирало 6 046,0 m утрошена су 591 772 kg пијеска, 731,5 m³ шљунка и 12 912 020,2 kg инвестиционе масе. Да се угради овако велика количина масе, потребно је било доста времена, читаве двије године. Савлађивањем ових проблема на пољу — V и завршетак инјекционих радова на њему представља изузетну вриједност за акумулацију „Слано“, јер је тиме елиминисано понирање највеће количине воде из ове акумулације.

На завјеси Орлина — Риђани — Црнодоли изведено је осам поља у дужини по 200 m. Та су поља изведена на лијевом и десном опорцу бране „Слано“. На лијевом опорцу бране појавила су се јака врела у ножицама бране. Врела су се редовно појављивала са котом успора у акумулацији „Слано“ — 612. Како је успор у акумулацију растао, тако се и издашност ових врела увећавала. Читав лијеви опорац бране на његовој низводној ножици представљао је изворну зону. Вода ових извора уливала се у акумулацију „Вртац“, односно у канал Опачицу, тако да њихова вода није представљала енергетски губитак, већ акумулациони губитак језера Сланог. Међутим, тај акумулациони губитак није био толико значајан колико дјејство воде на сигурност ножице бране, односно њене темеље, која је својим радом угрожавала стабилност бране. Да би се овај проблем ријешо, изведено је на опорцу шест инјекционих поља, и то: VII, VIII, IX, X, XI и XII. При извођењу ових поља били су једино проблеми инјектирања етажа великих гутања, и у том погледу најтежа су била поља — XII, IX и VIII. Тамо су се утрошци инјекционе масе кретали од 600 до 824 kg/m, тако да је и просјечни утрошак на свих изведених шест поља био релативно велики. 483 kg/m'. Када су коначно заинјектирана ова поља, врела на опорцу су пресушила и то за било коју коту успора воде у акумулацији. На овој завјеси изведена су и два инјекциона поља дужине по 200 m на десном опорцу бране „Слано“. На овим пољима није било неких посебних проблема.

Из наведених података видимо како се развијао проблем за проблемом у затварању понора. Наиме, једне поноре затворимо али други поред њих, или у њиховој непосредној близини, раде сасвим нормално. Ово, међутим, не треба да чуди, јер се завјеса изводи у изразитом

красу, који обилује разбијеном мрежом подземних канала, а понори су само њихови прикључци. Отуда и појава да се затворе једни подземни канали са којима су понори повезани иако они, и поред тога, раде опет као да ти канали нијесу затворени, јер су понори повезани са другом групом подземних канала. Оваква изненађења на акумулацији „Слано“ при инјекционим радовима на понорима била су честа. То је изазивало невјерицу у успјех овог подухвата. Међутим, управо су ти проблеми подстицали стручњаке на све веће напоре за рјешење ових заиста тешких и сложених задатака. У таквој динамичној борби затварања понора добијени су позитивни резултати, који су охрабрили наше стручњаке у увјерењу да се методом инјектирања могу затворити понори.

За вријеме љета и јесени 1963. год. први пут група понора бр. 103 држала је воду као да је у чаши, и то за читав сушни период. То је сада редовна појава. Ово је био један доказ више да се путем инјекционих радова постепено али успјешно затвара понор по понор, па је тиме сигурност успјеха у заптивању понора била све већа.

Ови проблеми су захтијевали да инјекциони радови на заптивању понора буду праћени хидрогеолошким испитивањима, што је и чињено током извођења ових радова. Вода у понорима је бојена ради утврђивања везе са оним подземним каналима које су набушиле инјекционе бушотине на траси завјесе. Преко пијезометара праћено је и колебање крашке издани на овом подручју. Вршене су и електричне каротаже бушотина ради утврђивања јачих пропусних мјеста. Прављене су и специјалне хидрогеолошке карте, прије и после је инјектирања, на основу којих су одређивани дубина инјектирања и ослонци појединих инјекционих поља. На основу свега овога пратио се и успјех резултата заинјектираних поља, што је био путоказ у раду на заптивању ових понора.

Раније смо видјели да је приликом инјектирања бушотина било доста проблема око убацивања инјекционе масе у етаже које је требало затворити. Нарочито је било изразитих проблема код оних етажа које пресијецају подземне канале. На њима су били релативно велики утрошци инјекционе масе. Употребом тиксотропне инјекционе масе, уз додаток интерне масе, ови утрошци крећу се у економски оправданим границама. Наиме, просјечни утрошак на инјекционим завјесама у „Сланом“ износи $632,0 \text{ kg/m}^3$ инјектирања закључено са 2. VII 1971. год., али при просјечној густини бушења $0,37 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Ови подаци говоре да су утрошци инјекционе масе велики, али су, зато, добијени жељени резултати.

Резултати рјешења водопропустљивости акумулације „Слано“

Извођење инјекционих завјеса на акумулацији „Слано“, како је то већ речено, почело је у љето 1961. године. До 2. VII 1971. изведено је двадесет и седам инјекционих поља. Од Орлине до Широке Улице изведена су сва поља, изузев XVIII и половине XVII. Од Широке Улице, идући ободом према западу, изведена су сва поља, почев са IX

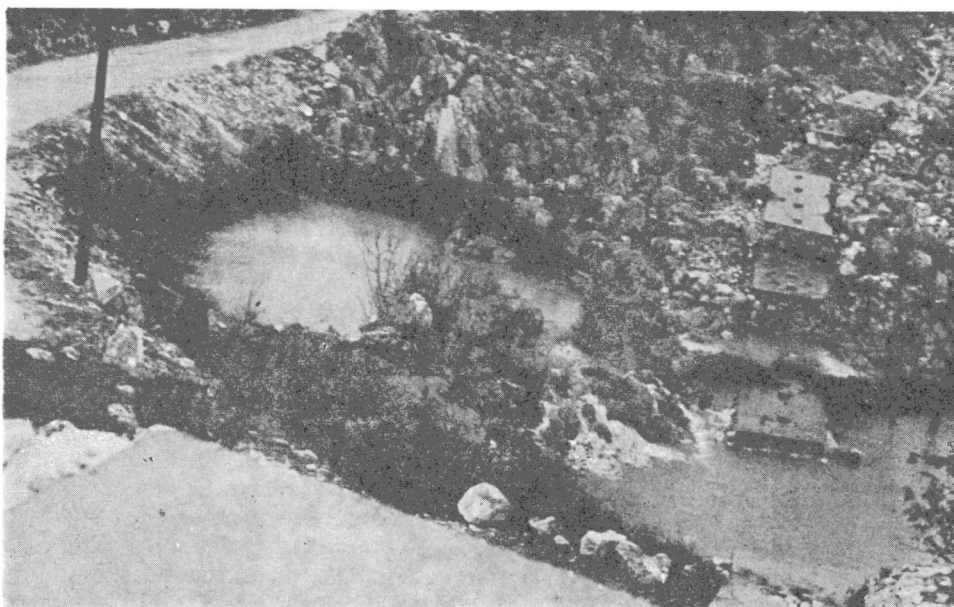
а завршно са XX. Од Орлине идући према Риђанима изведени су, на десном опорцу бране „Слано“, поља — I и II, а на лијевом, почев са VII а завршно са XII. Дужина трасе поља обично је 200 m. Завјеса изведена јужним ободом ове акумулације чини континуирану цјелину, изузев дијела око Широке Улице, гдје нијесу изведени поље — VIII и половина поља — VII, а завјеса на брани „Слано“ није континуирана и изведена је само на њеним опорцима. Густина бушења на завјесама је релативно ријетка и чини, како је то већ речено, око $0,37 \text{ m}^3/\text{m}^2$ али, и поред тога, добијени резултати су позитивни.

Све бушотине су испитане послје 28 дана од дана завршног инјектирања на ВДП. Овим испитивањем установљено је да већина етажа на бушотинама има ВДП практично једнак нули. Било је етажа на неким бушотинама које су, при овом испитивању, показале да имају специфични ВДП, већи од $0,03 \text{ l/min /m}^3 / 0,10 \text{ atm}$. Такве етаже су поново заинјектиране и доведене у стање практичне непропустљивости. Затим, све бушотине су у дубини ушле у зону практично непропустљивих кречњака. То се установило приликом редовног испитивања ВДП. На овај начин на завјесама је технички постигнута пројектом тражена водонепропустљивост.

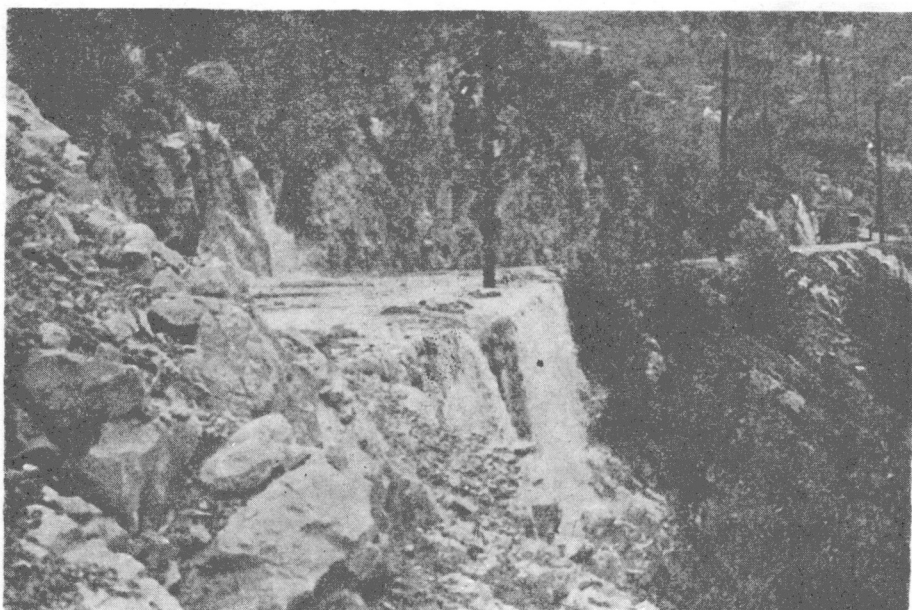
Како је поље по поље на завјесама завршавано, тако су затварани подземни канали, односно путем инјектирања је у тијелу поља уграђена непропустљива мембрана. Овакав начин рада изазвао је у узводном и низводном дијелу ових поља манифестације које се дотада нијесу појављивале. Оне се огледају у настајању неких повремених крашких врела, у јужном залеђу поља, односно завјесе, и у престанку одлажења воде у поноре. Управо гротла понора и у најсушније доба године потпуно задржавају воду. Посматрач коме све ово не би било познато добио би утисак да су понорска гротла крашка ока.

Прва таква појава манифестовала се током јесени 1963. Те године када су пале прве веће јесење кише, појавио се, са јужне стране изведених инјекционих поља — IX, X, XI и XII, низ нових крашких врела (сл. 1). Ова изворна линија је дугачка око 777 m, управо колико је дугачак изведени дио инјекционе завјесе. Врела се јављају почев од боксита Широке Улице идући редом према западу, све до куће Тура Балетића. Сва ова врела су узлазног карактера, јер избијају одоздо са јаким пулзацијама. Она се претежно налазе у крашким јаругама. Удаљена су јужно од трасе завјесе око 10 до 20 m. Негдје је та удаљеност била и већа. Њихова вода се прелива преко трасе завјесе и тече јаругама у акумулацију „Слано“.

Највећа издашност ових врела примијећена је 5. XI 1963. Овог и претходног дана пале су ноћу у околини велике кише. Истога дана у 16 часова оцијењено је да се преко завјесе прелива око $20 \text{ m}^3/\text{sec}$. воде. Сјутрадан је оцијењено да ова врела дају око $10 \text{ m}^3/\text{sek}$, а 7. XI 1963. да дају око $5 \text{ m}^3/\text{sek}$. Касније је њихова издашност постепено опадала, зависно од падавина. Највеће падавине су биле 4. и 5. XI 1963. год. а касније су се смањивале, према чему је и текла издашност



Сл. 6 Прелив преко инјекционог поља X дана 21. XII 1968. (Фото В. Влаховић)
Débordement à travers le champs d'injection X le 21. XII 1968.

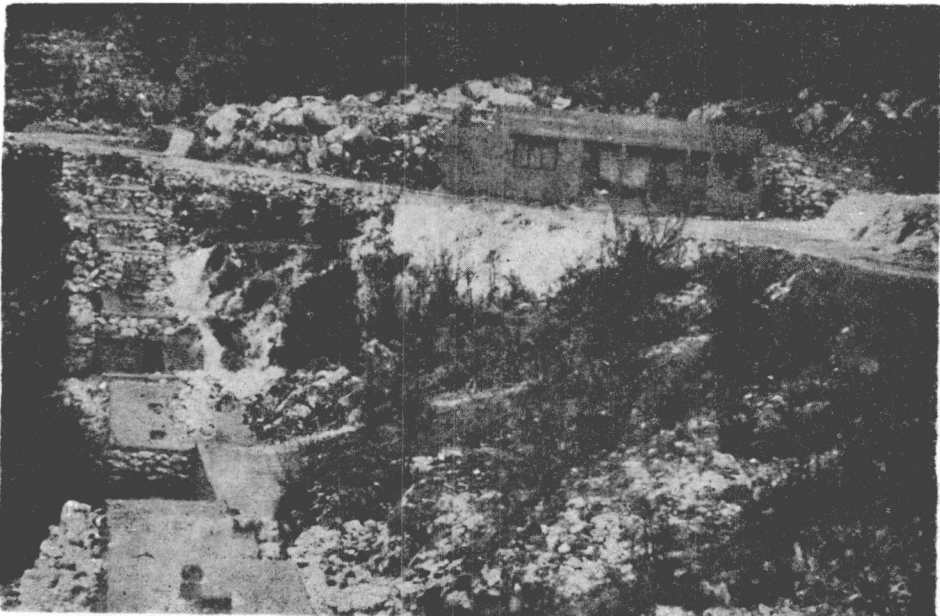


Сл. 7 Прелив преко инјекционог поља XI дана 21. XII 1968. године
(Фото В. Влаховић)
Débordement à travers le champs d'injection XI le 21. XII 1968.

врелâ. Издашност ових врела није се могла тако брзо измјерити, јер је вода текла брзацима и преливала се преко завјесе у облику водопада. Ова врела су поново прорадила за вријеме децембарских киша, и то од 16. XII до 24. XII 1963. год.

Дана 5. XI 1963. године успор воде у акумулацији „Слано“ није захватио понорску зону од Широке Улице идући према западу до понора — 253. Тога дана је установљено да вода која се преливала преко завјесе не понире у ове поноре, него је они сигурно држе. Тада смо запазили да сви понори западно од 253 у „Сланом“ раде као извори.

Од када су заинјектирана поља — XIII, XIV, XV и XVI, такође се у њиховој јужној позадини редовно јављају повремена снажна крашка врела (сл. 1). Она се налазе непосредно иза завјесе а нека су доста од ње удаљена. Од тада у дубље крашке вртаче, у јужној позадини ових поља до близу колског пута, језери се вода тако да кућу и штлау Маре Дамјановић редовно хвата вода. Њена кућа и непокретна имовина морала се експроприсати. Такође у вртачама Обрена и Крста Балетића језери се вода, и причињава повремене штете. Ова врела и језерца у вртачама догађа се у вријеме великих падавина. Бода од тих врела прелива се преко трасе ових поља, тече низ падину и улива се у акумулацију „Слано“ (сл. 8 и 9). Откад су ова поља заинјектирана, вода више не одлази кроз поноре који се налазе западно од 253 до Коштрикове Луке, а то су углавном Бацковића понори, Ајдарови понори, понори Диљина ока и Слански понор.



Сл. 8 Прелив преко инјекционог поља XIII код инјекционе станице дана 26. XI 1969. године (Фото В. Влаховић)

Débordement à travers le champs d'injection XIII près de la station d'injection le 26. XI 1969.

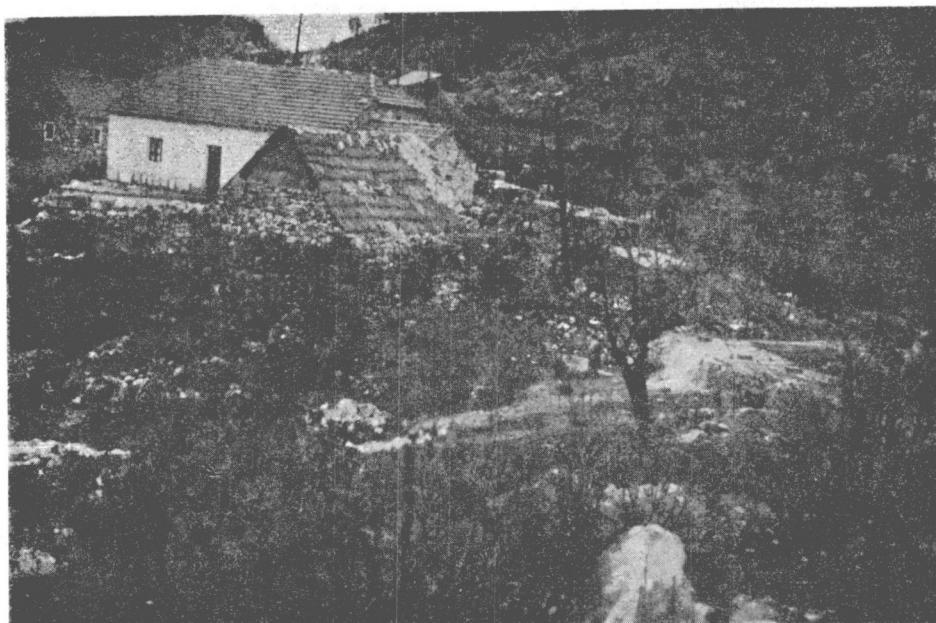


Сл. 9 Прелив на самом западном крају инјекционог поља XIII дана 21. XII 1968.
(Фото В. Влаховић)

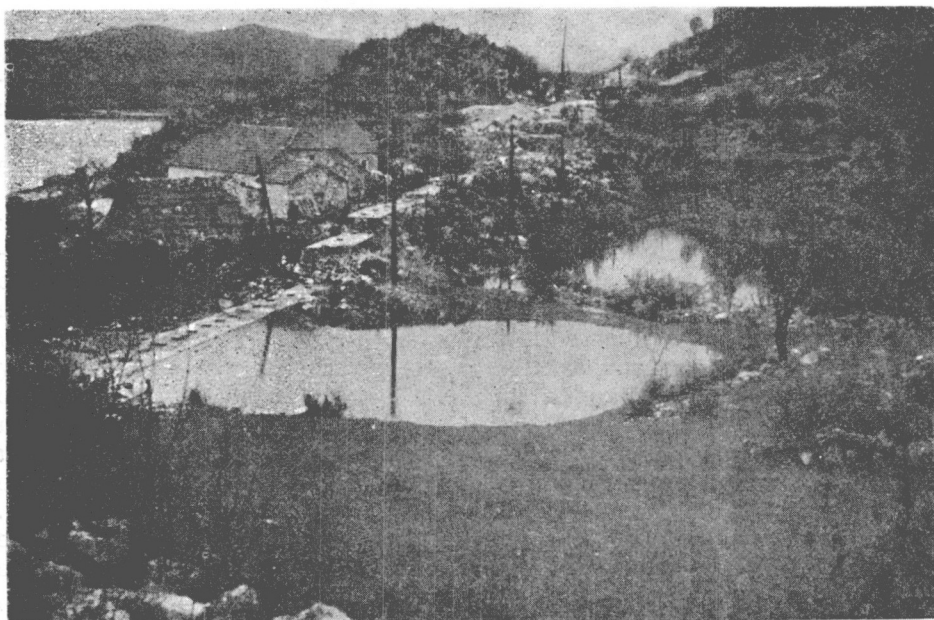
Débordement à l'extrémité ouest du champs d'injection XIII le 21. XII 1968.

Завршетак инјекционих поља — XVII, XVIII, XIX и XX изазвао је мање повремене изворе иза леђа ових поља. Они се такође појављују у вријеме великих оборина. Ти су извори нарочито изражени иза леђа поља — XVII и XX. Када су ова поља завршена, заправо када је затворен подземни канал на пољу — XX, престало је одлажење воде кроз поноре Коштрикове луке (159).

Поља инјекционе завјесе Орлина — Широка Улица изазвала су ујезеравање воде у Доловима Пејовића. Ова појава је први пут запажена 19, 20. и 21. XII 1968. год. Управо ово ујезеравање се догодило пошто су током љета и јесени 1968. били завршени сви главни радови на овој завјеси као и подземни канали на пољу — V. Ово је уједно и велики датум за ову завјесу, јер је најтежи њен дио савладан и у пракси доказано да је пројекат успио, а њеним постављањем престало је функционисање свих понора од Орлине до Коштрикове Луке. Ова појава је важна и због тога што се до тог тренутка у литератури и стручним извјештајима наводи да понори у Сланом само до Широке Улице раде као еставеле а од Широке Улице до Орлине као понори. Међутим, сада је доказано да и понори од Широке Улице до Орлине раде као еставеле. Према томе, овим је утврђено да у Сланом није било чистих понора, већ да су то биле све еставеле. Од овог датума, тј. 19. XII 1968. год., сваке године у вријеме великих падавина избијају повремени извори у јужној позадини завјесе чија се вода сакупља у Доловима Пејовића, издиже и прелива преко трасе завјесе, тече низ падину и улива се у акумулацију „Славно“ (види сл. 10 и 11). Завршет-



Сл. 10 Прелив на инјекционом пољу V дана 27. XI 1969. године (Фото В. Влаховић)
Débordement à travers le champs d'injection V le 27. XI 1969.



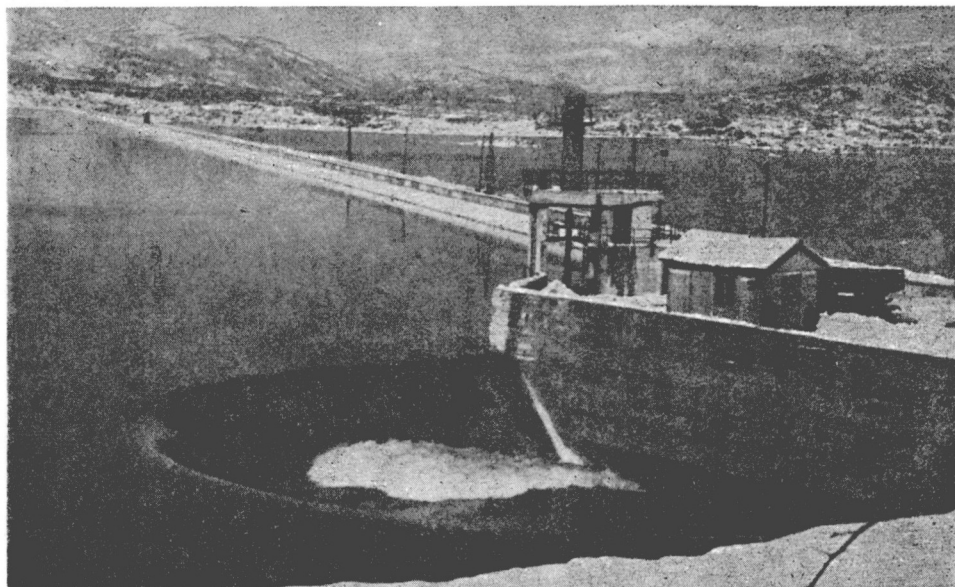
Сл. 11 Језера у Доловима Пејовића и преливање преко инјекционог поља V
данa 26. VI 1969. (Фото В. Влаховић)
Lacs à Dolovi Pejovića et débordement à travers le champs d'injection V le
26. XI 1969.

ком ове завјесе престало је одлажење воде из ове акумулације кроз поноре који се налазе на потезу од Широке Улице до Орлине. Такође, завршетак овог дијела завјесе имао је за посљедицу и престанак понирања у Клачинским врелима, па је, тако, на читавом овом подручју престало понирање воде из акумулације.

Постављањем инјекционе завјесе на лијевом опорцу бране „Славно“ престало је извирање на низводној ножици ове бране. Од када су завршени инјекциони радови на овом опорцу, ти извори не раде.

Акумулација „Славно“ већ постоји од 1962. год. Заправо, први пут се пуни затварањем испусних органа на брани „Вртац“ 15. XI 1962. год. и 21. XII 1962. год. достиже коту 613,70 да би 16. II 1963. достигла коту 614. Акумулација „Славно“ пуни се независно од Врца од 14. XII 1963, када су испусни органи на брани „Славно“ били затворени, да би нешто касније, 13. XII 1963, достигла коту успора 614,08. Од тада акумулација „Славно“ функционише. Њени испусни органи се према потреби отварају и затварају. Она се од тада користила пуних шест година, а да вода није још успјела да се прелије преко преливног прага, иако је у том периоду било веома влажних година. Разлог су недовршене инјекционе завјесе.

Први пут се појавио прелив на брани „Славно“, односно на њеном преливном прагу, 5. II 1969. год. у 10 часова, када је акумулација „Славно“ достигла коту успора 621 m. Заправо, појавио се када су главни инјекциони радови на завјеси Орлина — Широка Улица — Броћанац, завјеси која иде дуж јужног обода акумулације „Славно“, били готови, изузев подземних канала на пољу — XX. Подземни канали на пољу — V били су затворени.



Сл. 12 Прелив на преливном прагу акумулације Славно дана 26. II 1969. године
(Фото В. Влаховић)

Débordement sur le niveau du débordement de l'accumulation Slano le 26. II 1969.

Појава прелива на преливном прагу акумулације „Слано“ (слика 12) представља и велики датум за ову акумулацију. Од овог дана она се преливала током читавог фебруара, марта, априла до 19. V 1969. год. Затим се од 8. VI 1969. год. поново прелива све до 26. VI 1969. Од тада до касне јесени воде акумулације користе се за ХЕ „Перућица“. Поново се акумулација „Слано“ прелива од 14. I 1970. до 10. VI 1970. год., када почиње пуно искоришћавање акумулације „Слано“. Поновни прелив ове акумулације долази 31. I 1971. год. и траје до 4. III 1971. год., да би се поново појавио 25. III 1971. и трајао до 9. V 1971, када долази до пуне искоришћености акумулације. Касније се поново јавља прелив 28. IV 1972. год. и траје до 25. V 1972. У тој години је било мање преливања због тога што је акумулација „Вртац“ била претежно сува, па се вода из акумулације „Слано“ морала користити за рад ХЕ „Перућица“.

У 1973. години није дошло до преливања на преливном прагу акумулације „Слано“ због тога што је те године владала изузетно велика суша па је вода акумулације морала често служити за покретање турбина ХЕ „Перућица“. Те године највећу коту од 615,20 акумулација је достигла 11. V 1973., када је почело њено пуно искоришћавање на „Перућици“. У овој изузетно сушној години, која се ријетко јавља, акумулација Слано — ваља истаћи — одржавала се читаве године, и њена акумулација у овој најкритичнијој години, а у најкритичнијем периоду, служила је као диспечерска резерва. Прве веће кише које су изазвале пораст нивоа ове акумулације затекле су акумулацију на коти 605,71 дана 10. X 1973. Од тог дана акумулација „Слано“ нараста, тако да се 10. III 1974. налази на коти 617,51 m.

Одржавање акумулације „Слано“ цијеле 1973. год., која је била изузетно сушна, не само за Црну Гору него и за читаву Југославију, представља најбољи доказ колико се инјекционим завјесама успјела отклонити она велика пропустљивост њеног крашког терена од 19,0 m³/sec. губитака воде на коти 621, при којој се она није могла одржати ни у влажном нити у сушном периоду.

Чињеница да су се преливи на акумулацији „Слано“ појавили више година и да се она одржала у изузетно сушној 1973. години, када је служила у најкритичнијем периоду као сигурна резерва за напајање „Перућице“, говори да је примijeњено рјешење за отклањање пропустљивости на овој акумулацији потпуно успјело и ову акумулацију учинило сигурним базеном за њено будуће коришћење.

Завјесом се, дакле, постигло оно чему је и била намијењена: затварање понора (еставелâ). Уклоњени су губици воде у вријеме када они раде као понори а добијене су оне воде када они раде као извори. Тако су једним потезом ријешена два проблема, тј. задржана је у акумулацији „Слано“ вода која је понирала дуж јужног обода акумулација и добијена вода која је извирала на том потезу. Овим путем се показало да је пресијецањем развијених крашких канала једноредном завјесом релативно, мале густине могуће затворити не један и два него читав низ понора (еставела) поређаних један до другог у дужини од око 4 00 m, и да је оно сасвим успјешно и економично, па је одабрани пут за затварање понора (еставела) у „Сланом“ добро изабран. Значај је овог успјеха у томе што он представља пионирски подухваг

у затварању тако великих понора у великом броју и на великој дубини код нас, а, изгледа, и у свијету.

Из изложеног се види да се у условима релативно плитке крашке издани, какви су у Сланском пољу, не могу понори успјешно и економично затварати површинском, већ дубинском методом. Због тога је концепција загађивања крашке издани ради рјешења водопропустљивости терена акумулације овог поља, какву сам раније предложио (Влаховић 1957, стр. 1 202), потпуно прихваћена по пројекту аутора овог рада, и данас је она стварност.

З а к љ у ч а к

Захваљујући постојању крашке издани у Сланском пољу и његовој околини, могли смо са успјехом да поставимо једноредне инјекционе завјесе мале густине у потпуном красу и да њима спријечимо губитак воде кроз тако велике поноре (еставеле) као што су они у „Сланом“, а тиме и спријечимо велику пропустљивост крашке акумулације „Слано“. Овим је доказана могућност загађивања крашке издани помоћу једноредних релативно ријетких инјекционих завјеса које залазе у дубине нешто мало испод најнижег нивоа крашке издани. Тако је, супротно ранијој фази да крас, па и потпуни крас, као што је овдје, доказано да он није непобједив него да се у то тле могу успјешно и економично поставити и овако крупне и деликатне грађевине. Овај подухват и добијено искуство значајни су не само за нашу земљу него уопште за рад у крашким условима.

Л и т е р а т у р а

1. Адамовић А. Н., Колтунов Д. В. (1957): Инјектирање подлога хидротехничких објеката, Београд.
2. Јокановић Д., Јоксимовић М. (1954): Основно решење Никшићког поља. Техника — Наше грађевинарство бр. 9 Београд.
3. Милојевић Н. (1958): Хидрогеологија, Београд.
4. Рерке W. (1951): Геолошки извештај о хидрогеолошким подлогама за хидротехничко планирање у Никшићком пољу и његовој ужој околини 1951. Геолошка документација ХЕ „Горња Зета“ — Никшић.
5. Степановић Б. (1950): Извештај о хидрогеолошким условима за вештачке акумулације у Никшићком пољу. Геолошка документа ХЕ „Горња Зета“.
6. Влаховић В. (1956): Геологија акумулације Крупац и начин обезбјеђења вододржљивости. Геолошки гласник Геолошког друштва Црне Горе, књ. I. Цетиње.
7. Влаховић В. (1957): Геологија Никшићког поља и могућност стварања вјештачких акумулација у њему. Техника — Наше грађевинарство, бр. 10 и 11. Београд.
8. Влаховић В. (1960): Заптивање Крупачких понора. Техника — Наше грађевинарство, бр. 11, Београд.

Vladislav Vlahović

**LA PERMÉABILITÉ DU CAPTAGE KARSTIQUE »SLANO» ET LA
MÉTHODE EMPLOYÉE POUR RÉSOUDRE LE PROBLÈME EN
QUESTION**

R é s u m é

Tout d'abord, dans l'étude mentionnée, on parle sur l'idée relative à la résolution du problème de la perméabilité de Slansko Polje. Ensuite, l'auteur présente la lithostratigraphie et la hydrogéologie de cet champs qui ont influé sur cette perméabilité et en même temps ont rendu possible la résolution du problème en question. Le problème principal, dont le nom porte cette étude, a été exposé à la fin. A la base des fondements hydrogéologiques et d'un grand nombre de recherches faites au moyen de VDP se rapportant aux mesures hydrogéologiques et piézométriques, on a réussi à comprendre l'importance théorique et pratique de la perméabilité du captage et à constater la profondeur de la source karstique se montrant relativement basse. Ayant en vue le fait mentionné on a construit et employé les rideaux d'injection au moyen desquelles a été exécuté l'endiguement de la source karstique. Ainsi le problème relatif à la perméabilité du captage karstique »Slano« a été résolu.