

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Хидрауличне и пнеуматске машине

Број индекса: 713/2011

Мирослав З. Миладиновић

**Технички опис система за заштиту површинског
копа „Дрмно“ од површинских и подземних вода
приликом експлоатације**

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Милун Ј. Бабић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да уради сегмент студије који носи назив: „Технички опис система за заштиту површинског копа „Дрмно“ од површинских и подземних вода приликом експлоатације“ који треба да:

- уведе читаоца у материју;
- изнесе анализу фактора који утичу на заштиту површинског копа и одлагалишта од вода (природни фактори, хидрографске прилике, геолошке карактеристике, тектоника лежишта, хидрогеолошке карактеристике и тд.);
- представи детаљан технички опис система заштите површинског копа и одлагалишта од подземних и површинских вода;
- изнесе анализу и оцену ефеката рада система одводњавања на површинском копу и одлагалишту;
- представи израду и верификацију хидродинамичког модела лежишта Дрмно;
- представи избор основне концепције начина и режима одводњавања површинског копа и одлагалишта;
- изнесе одговарајуће закључке.

Препоручена литература:

[1]Група аутора: Главни рударски пројекат површинског копа „Дрмно“ за капацитетом 9х106 тона угља годишње; Рударско-геолошки факултет, Београд, 2009.

[2]Група аутора: Књига II.5 Технички пројекат заштите површинског копа „Дрмно“ од подземних и површинских вода; Рударско-геолошки факултет, Београд, 2009.

[3]Лазих М.: Студија хидрогеолошких карактеристика Костолачког угљоносног басена са приказом водних ресурса; Рударско-геолошки факултет, Београд, 2010.

Крагујевац, 05.04.2012.

ментор:
Проф. др Милун Ј. Бабић

РЕЗИМЕ

Студентски тим који сачињавају: Владимир Милијановић, Александар Милојковић, Милош Митровић и Мирослав Миладиновић има задатак да уради студију Система за заштиту површинског копа „Дрмно“ од површинских и подземних вода приликом експлоатације.

Циљ је да се осветли улога овога Система и његов значај за нормалну и безбедну експлоатацију површинског копа „Дрмно“ ради снабдевања термоелектране „Костолац“, а затим да се истраже његове основне карактеристике, методологија управљања овим системом и да се укаже на правце даљег ширења и развоја.

Након консултација са члановима тима, и њиховог саветовања са одговорним лицима површинског копа „Дрмно“ и „Георад“-а, решено је да се у оквиру замишљене студије ураде четири подстудије које својим обимом и садржајем одговарају захтевима које мора да испуни један завршни рад на основним студијама енергетике и процесне технике на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу.

Унутар, тимска подела посла налаже студенту Мирославу З. Миладиновићу да уради сегмент студије који носи назив: „Технички опис система за заштиту површинског копа „Дрмно“ од површинских и подземних вода приликом експлоатације“ који треба да:

- уведе читаоца у материју;
- изнесе анализу фактора који утичу на заштиту површинског копа и одлагалишта од вода (природни фактори, хидрографске прилике, геолошке карактеристике, тектоника лежишта, хидрогеолошке карактеристике и тд.);
- представи детаљан технички опис система заштите површинског копа и одлагалишта од подземних и површинских вода;
- изнесе анализу и оцену ефеката рада система одводњавања на површинском копу и одлагалишту;
- представи израду и верификацију хидродинамичког модела лежишта Дрмно;
- представи избор основне концепције начина и режима одводњавања површинског копа и одлагалишта;
- изнесе одговарајуће закључке.

Желим да истакнем да смо у току припреме пројектног задатка за ову студију ја и чланови студентског тима, имали помоћ водећих људи и надлежних стручњака површинског копа „Дрмно“ и „Георад“-а, на чему им се најлепше захваљујем.

Кључне речи:

Канали, водосабирник, водонепропусни екран, заштита, бунари, пумпе, батерије бунара, потисни цевовод, одлагалишта.

TERMS OF REFERENCE

Student team consisting of: Vladimir Milijanovic, Alexander Milojkovic, Milos Mitrovic and Miroslav Miladinovic have a duty to carry out a study of the System for the protection of the open pit "Drmno" from surface water and ground water during operation.

The goal is to elucidate the role of this system and its significance for normal and safe mining pit "Drmno" in order to supply the power plant "Kostolac", and then to investigate its main characteristics, this system methodologies and point to directions for further expansion and development.

After consultation with team members, and their counseling with persons pit "Drmno" and "Georad", it was decided that within four imaginary studies do substudy of its scope and content meet the requirements to be met by a final project at the undergraduate level Energy and Process Engineering at the Faculty of Engineering Sciences in Kragujevac.

Inside, the team division of labor requires student Miroslav Z. Miladinovic to do segment of the study entitled "Technical description of the system for the protection of the open pit" Drmno "from surface water and ground water during operation" that should:

- introduce the reader to the subject matter;
- present an analysis of the factors affecting the protection of the open pit and waste of water (natural factors, hydrographic conditions, geologic characteristics, bearing tectonic, hydrogeologic characteristics, and so on.);
- present a detailed technical description of the system of open pit and waste of groundwater and surface water;
- present an analysis and evaluation of the effects of the drainage system in the open pit and depot;
- present the design and verification of the hydrodynamic model Drmno deposits;
- present the basic concepts of selection methods and modes of the open pit dewatering and disposal;
- present the relevant conclusions.

I want to point out that during the preparation of the terms of reference for this study, I and members of the student team had the help of leading experts and competent people of open pit "Drmno" and "Georad", for which I thank them very much.

Keywords:

Canals, water collector, waterproofing display, protection, wells, pumps, wells batteries, discharge piping, landfill.

САДРЖАЈ:

1. УВОД	7
2. АНАЛИЗА ФАКТОРА КОЈИ УТИЧУ НА ЗАШТИТУ ПОВРШИНСКОГ КОПА И ОДЛАГАЛИШТА ОД ВОДА	7
2.1. Природни фактори	8
2.1.1. Хидрографске прилике	9
2.1.2. Геолошке карактеристике	17
2.1.3. Тектоника лежишта	19
2.1.4. Хидрогеолошке карактеристике	20
2.1.5. Режим подземних вода	25
2.1.6. Хемизам подземних вода	28
2.1.7. Геомеханички параметри	28
2.2. Рударско-технолошки фактори	30
3. ТЕХНИЧКИ ОПИС СИСТЕМА ЗАШТИТЕ ПОВРШИНСКОГ КОПА И ОДЛАГАЛИШТА ОД ВОДА	40
3.1. Заштита површинског копа од површинских вода	40
3.2. Заштита површинског копа од подземних вода	41
3.3. Заштита одлагалишта од површинских вода	46
3.4. Заштита одлагалишта од подземних вода	47
3.5. Приказ дренажног система у приобаљу Дунава	47
4. АНАЛИЗА И ОЦЕНА ЕФЕКТА РАДА СИСТЕМА ОДВОДЊАВАЊА НА ПОВРШИНСКОМ КОПУ И ОДЛАГАЛИШТУ	50
4.1. Анализа и оцена рада система одводњавања површинских вода	50
4.2. Анализа и оцена рада система одводњавања подземних вода	50
5. ИЗРАДА И ВЕРИФИКАЦИЈА ХИДРОДИНАМИЧКОГ МОДЕЛА ЛЕЖИШТА ДРМНО	69
6. ИЗБОР ОСНОВНЕ КОНЦЕПЦИЈЕ НАЧИНА И РЕЖИМА ОДВОДЊАВАЊА ПОВРШИНСКОГ КОПА И ОДЛАГАЛИШТА	73
6.1. Концепцијско решење заштите од површинских вода	73
6.2. Концепцијско решење заштите од подземних вода	75
6.3. Концепцијско решење измештања дела трасе рукавца дунавца и дренажних канала у приобаљу дунава	79
7. ЗАКЉУЧАК	80
ЛИТЕРАТУРА	82
ПРИЛОЗИ	83

1. УВОД

Технички пројекат заштите површинског копа „Дрмно“ од подземних и површинских вода је саставни део Главног рударског пројекта површинског копа „Дрмно“ за капацитет $9 \cdot 10^6$ тона угља годишње, и урађен је у складу са основним захтевима Инвеститора (ПД ТЕ-КО Костолац) садржаним у Пројектном задатку и према важећој законској регулативи.

Експлоатација угља на површинском копу „Дрмно“ врши се у сложеним хидрогеолошким условима, односно, директно изнад угљеног слоја налази се дебео комплекс песка неогене старости са алувијалним шљунком према површини терена у коме је формирана јединствена издан збијеног типа. Ова издан је преко алувијалног шљунка у хидрауличној вези са водом из Дунавца.

Успешна површинска експлоатација подразумева и квалитетно одводњавање. Систем одводњавања једног површинског копа треба да буде добро одабран, да је састављен од објеката који по својим капацитетима могу да обезбеде сакупљање и одвођење површинских вода и успешну заштиту од подземних вода.

Одводњавање површинског копа „Дрмно“ представља обиман и сложен процес који током периода заштите од вода захтева максимално искоршћење и ангажованост свих предвиђених објеката одводњавања.

Заштита експлоатационог поља и јаловине од прилива подземних и површинских вода изводи се са два независна система одводњавања: системом заштите од подземних вода и системом заштите од површинских вода.

У периоду од 2008. до 2013. године, па и до краја експлоатације поред стандардних објеката одводњавања (канални, водосабирници, пумпне станице, бунари и гравитациони цевоводи) користиће се и екран, а као помоћне методе одводњавања предвиђен је и систем хоризонталних дренажних бушотина и систем иглофилтера.

2. АНАЛИЗА ФАКТОРА КОЈИ УТИЧУ НА ЗАШТИТУ ПОВРШИНСКОГ КОПА И ОДЛАГАЛИШТА ОД ВОДА

Површинске и подземне воде поред директног угрожавања рударске технологије потапањем, утичу и индиректно на карактеристике стена у лежишту и пратећим стенама. Према томе, циљ одводњавања је потпуно обезбеђење и извођење технолошког процеса експлоатације и одлагања јаловине.

Успешно одвођење вода са површинског копа, пре свега, зависи од степена познавања хидролошких, хидрогеолошких и геомеханичких карактеристика ближе и даље зоне лежишта и њихове правилне интерпретације.

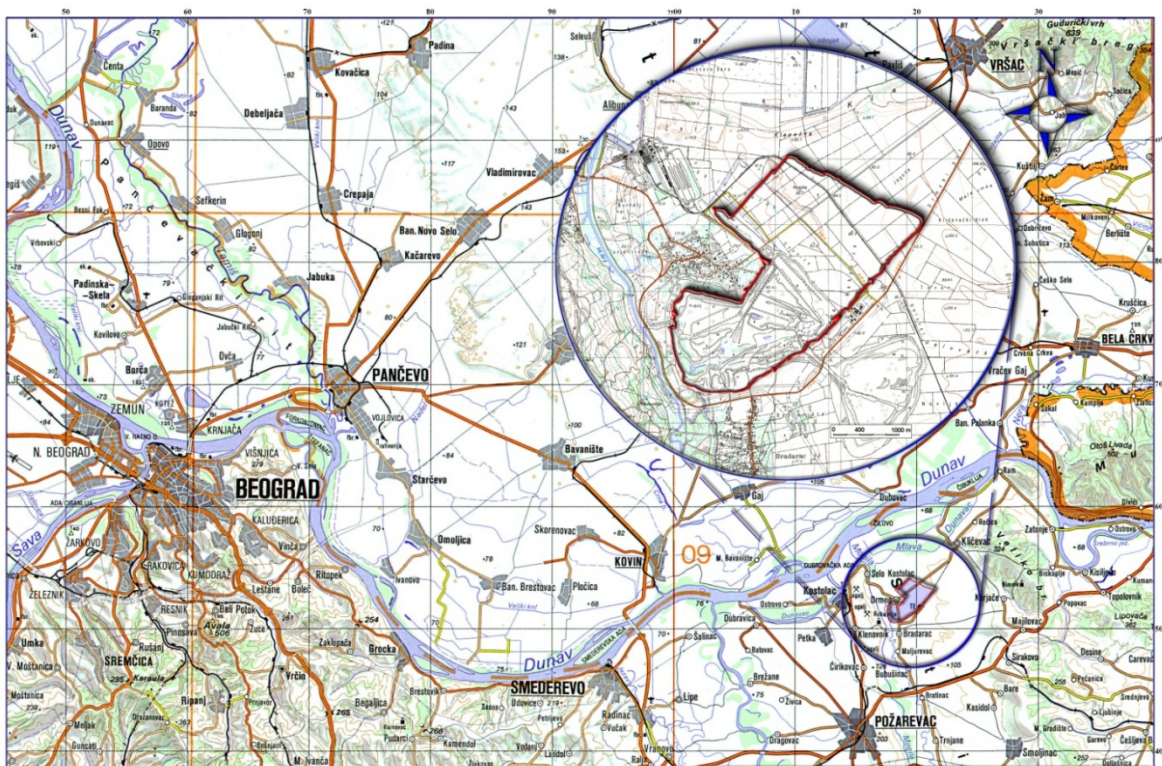
Правилан избор решења заштите површинског копа од подземних и површинских вода зависи од познавања природних и техничко-технолошких фактора.

У природне факторе спадају: географски положај и геоморфологија терена, литолошка грађа лежишта, тектоника, хидрографске прилике лежишта и околине, климатски услови подручја површинског копа, хидрогеолошке карактеристике лежишта и др.

У групу техничко-технолошких фактора спадају: технологија рада на откопавању и транспорту угља, откривке и јаловине, технологија одлагања откривке и јаловине, локација одлагалишта, врста и карактеристике коришћене опреме и др.

2.1. Природни фактори

Лежиште „Дрмно“ обухвата терен површине око 50km², источно од реке Млаве, а границу му чине: Река Дунав на северу, Божевачка греда на истоку, линија Брадарац-Сираковачка долина на југу и река Млава на западу. Лежиште угља „Дрмно“ захвата атар села Дрмно по коме је добило име, али такође и део атара суседних села Брадарца и Кличевца. Површински коп „Дрмно“ се налази североисточно од села Дрмно. Лежиште „Дрмно“ са Пожаревцем и Костолцем повезују асфалтирани путеви (18 km до Пожаревца и око 4 km до Костолаца) - Слика 2.1.1.



Слика 2.1.1. Географски положај површинског копа Дрмно

Маркантни објекти изнад лежишта угља „Дрмно“ су село Дрмно и Термоелектрана Костолац В. У откопаном делу лежишта је унутрашње одлагалиште откривке. У граничним ареалима лежишта су:

- на западу: Млава и Пожаревачка греда са манастиром Рукумија,
- на северу: Мали Дунав (Дунавац), мочварно-шумски предео Храстоваче и Дунав,
- на истоку: село Кличевац и
- на југу: спољашње одлагалиште откривке и село Брадарац.

Археолошко налазиште Виминацијум, према досадашњим сазнањима, у целини је у пределу лежишта лигнита Дрмно. Радовима на површинском копу, конкретно на откривци угља, угрожени су налази који се очекују: војни логор, урбано и субурбано језгро, пристаниште, епископија, аутохтона насеља, резиденцијални објекти, уметнички атеље и радионице стаклених и других производа, ковнице новца и др., као и новооткривени аквадукт дужине 10 km.

Да би се археолошко налазиште Виминацијум, као опште добро, ипак сачувало за будуће генерације, потребно је да се испуне три услова.

Први услов је да релевантни субјекти ангажовани на планирању, организацији и извођењу радова на површинском копу, посебно радова на откривци, буду упознати о каквим се то историјским, културним, уметничким, цивилизацијским и другим ванвременским вредностима ради.

Други услов је да фронту откривке претходи фронт археолошких истраживања, која својом динамиком и ценом неће угрозити рудничку производњу. То је могуће једино уз коришћење најсавременије опреме. Захваљујући новодонетим прописима о лизингу, могуће је ангажовање и најсавременије опреме без посебних капиталних улагања.

Трећи услов је да се приповршински део откривке селективно откопава, уз претходно риповање. Такав приступ би значајно допринео очувању културно-историјског блага, али и хумусног слоја, који би се посебно депоновао, што би имало и велики амбијентално-еколошки значај, јер би олакшало и убрзало рекултивацију терена, са могућим унапређењем и оплемењивањем амбијента на месту рудничких објеката.

Координате границе која раздваја археолошко налазиште Виминацијум и површински коп Дрмно дате су у Табели 2.1.1.

Табела 2.1.1.

Тачка	X	Y
1	4953247.130	7518088.946
2	4954404.217	7519068.726
3	4954745.754	7519077.588
4	4955983.260	7517241.680
5	4956636.760	7516720.509

2.1.1. Хидрографске прилике

У хидрографском погледу, основно обележје терену даје река Дунав као најнижи локални ерозиони базис. Непосредно дуж западног обода лежиште угља „Дрмно“, протиче

река Млава која се код Старог Костолца, улива у Дунав као њена десна притока (Слика 2.1.2.).

У подручју Костолца, Дунав се грана на више места и притом гради пространа острва (Стојкова ада, Жилово, Чибуклија, Завојска). У овом делу, Дунав је широк око 1200 m, а изградњом ХЕ Ђердап, водостај Дунава је подигнут и зависно од режима рада хидроелектране, креће се од коте 69,5 m до 71,0 m. Ови новонастали услови су наметнули и потребу изградње насипа којима је извршена заштита обала Дунава од високих водостаја и поплава.

Мали Дунав (или Дунавца), раније је био десна отока Дунава. Протицао је око острва дугог 21 km и широког 4 km, а на њему се налазило и насеље Острво. Услед новонасталих услова регулацијом корита реке Млаве изградњом преграде на делу корита Дунавца, прекинут је протицај речних вода Дунавцем. Део корита Дунавца, од ушћа Млаве у Дунав па до Кличевца у дужини од 12 km, практично у садашњим условима служи као реципијент површинских и подземних вода са околног терена, а ниво се одржава на коти 67,20 m помоћу црпних станица Завојска и Речица, код села Рама.



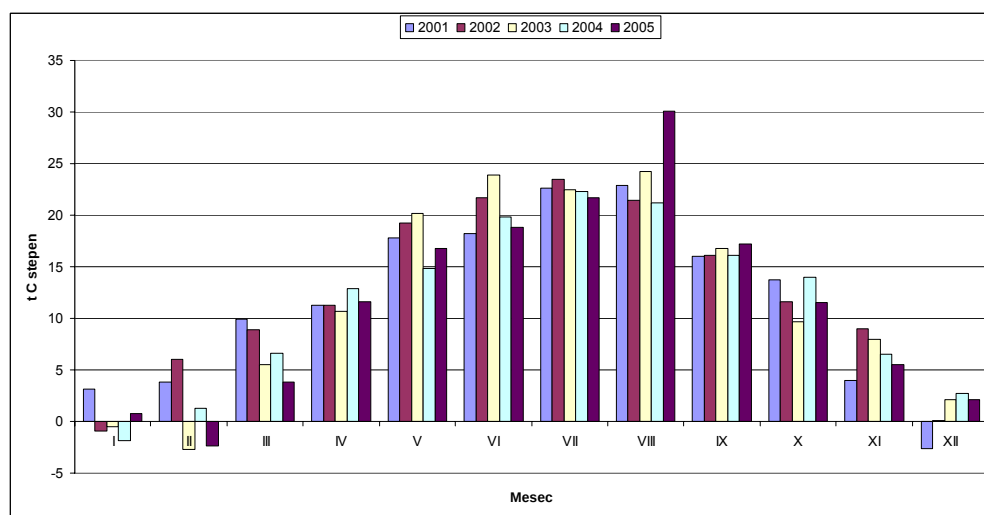
Слика 2.1.2. Хидрографска мрежа подручја површинског копа „Дрмно“

Река Млава се формира у Жагубици од вода снажног карстног врела. Од Петровца па до свог ушћа у Дунав, представља типичну равничарску реку која је често била водопадна при вишим водостајима. Након извршене регулације, од села Брадарац река Млава се новим коритом улива код Старог Костолца у Дунав. У том делу је такође на десној обали Млаве, изграђен заштитни насип који је уклопљен у систем заштите Дунава

и то за режим рада хидроелектране за коте 68 и 69,5 m на ушћу Нере у Дунав. Пад доњег тока реке Млаве је 0,92‰, средњег 3,32 ‰, а горњег 2,8 ‰.

Клима истражног подручја је умерено континентална са делимичним утицајем степско-континенталног климата, који долази из јужног Баната. Одлике ове климе су топла лета и релативно хладне зиме. Близина Ђердапске клисуре и изложеност подручја ударима кошаве, одражава се на микроклиму.

На основу података са климатолошке станице Брадарац, средња годишња температура ваздуха на основу расположивих података за период од 1959. до 1994. године, износи +10,9°C, при чему је најхладнији месец јануар са средњом месечном температуром од -0,1°C, а најтоплији месец јули са средњом месечном температуром од 21,2°C. Средње месечне температуре за период од 2001. до 2005. године приказане су на Слици 2.1.3.



Слика 2.1.3. Средње месечне температуре за период 2001-2005.

Испаравање је најинтензивније у вегетационом периоду и износи 76% годишње, а у периоду јун-август 44,9%. Просечна релативна влажност износи 66,7% па се ово подручје убраја у умерено влажна.

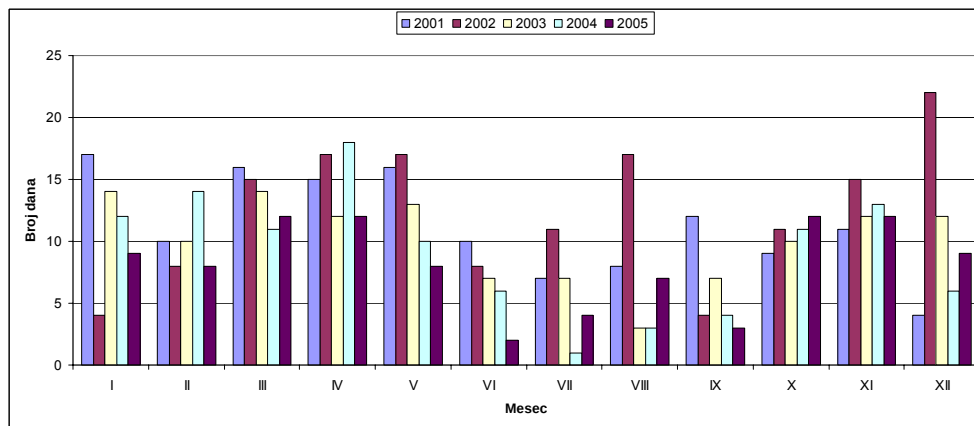
Према вредностима годишњих опажања кретања и правца ветрова може се закључити да је највећа учесталост северозападног ветра и кошаве, која дува са истока југоистока у просеку 100 дана годишње. У зимским месецима највише дува северозападни ветар, а у јулу југоисточни. Измерена максимална брзина ветра (кошаве) износи 28 m/s. Годишње честине правца ветра и средње брзине ветра у Великом Градишту за период од 2001. до 2005. године дате су у Табели 2.1.2.

Табела 2.1.2.

Годишње честине правца ветра и тишине и средње брзине ветра (m/s) у Великом Градишту																	
Година	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		тихо
	ч	б	ч	б	ч	б	ч	б	ч	б	ч	б	ч	б	ч	б	
2001	62	1.6	62	1.2	234	2.8	243	3.8	26	2.0	43	1.5	207	1.8	150	2.3	68

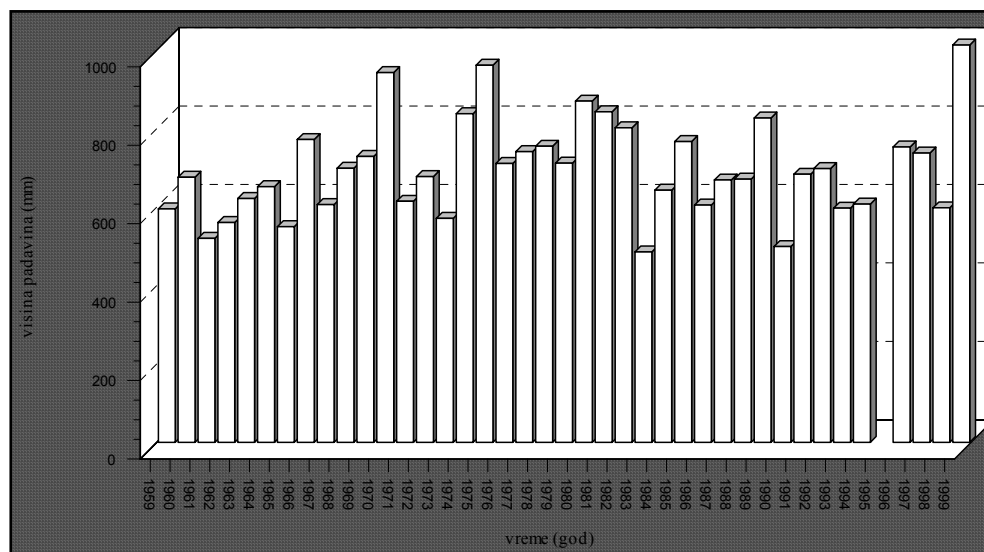
2002	63	1.4	76	1.3	282	3.4	272	4.0	27	1.9	46	1.6	134	1.7	134	2.3	61
2003	71	1.7	66	1.3	264	2.9	244	4.0	18	2.3	56	1.4	171	1.8	155	2.2	50
2004	43	1.4	61	1.4	247	3.3	242	3.8	24	1.6	66	1.2	195	1.8	162	2.3	58
2005	44	1.5	56	1.3	264	2.8	230	3.7	19	1.5	54	1.5	224	1.9	133	2.2	71

На Слици 2.1.4. приказан је број дана са јаким ветром по месецима за период од 2001. до 2005. године.



Слика 2.1.4. Број дана са јаким ветром месечно за период од 2001-2005.

На основу вишегодишњег осматрања (за период 1959.-1999. године) на најближој метеоролошкој станици Брадарац, просечне суме годишњих падавина износе 688,2 mm (Слика 2.1.5.).



Слика 2.1.5. Суме годишњих падавина за кишомерну станицу Брадарац

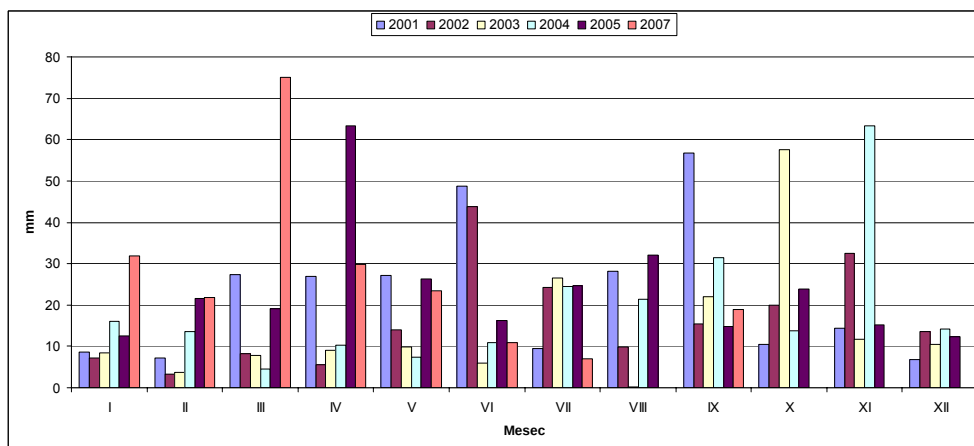
Најкишовитији је месец јун са просечном сумом падавина од 91,3 mm, а месец са најмањом висином падавина је октобар са просеком од 43,7 mm.

У току пролећа се излучи највећа количина падавина, просечно 214mm, а годишње доба са најмањом количином падавина је зима у просеку 134,6 mm. Апсолутно максимална висина падавина за анализирани период, забележена је у августу 1975. године од 233,2 mm воденог стуба.

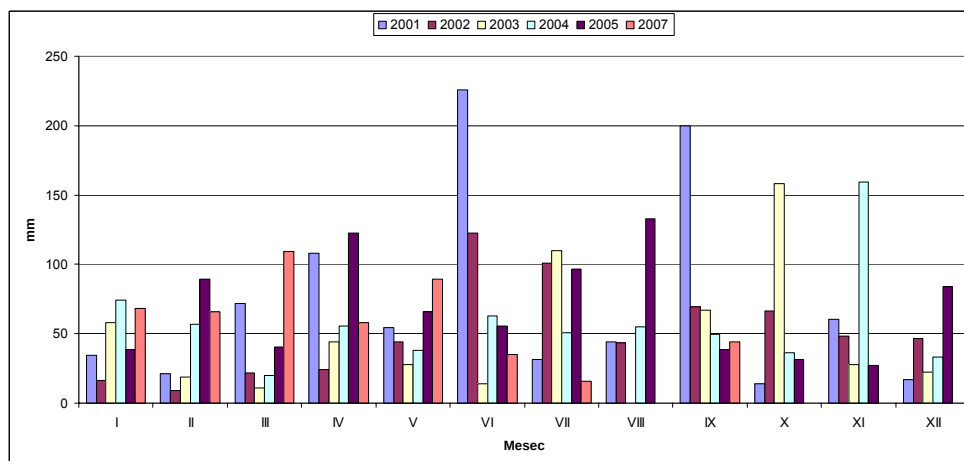
Просечан број кишних дана у току године је 134 дана, што чини 36,75% од укупног броја дана у години. Број дана са падавинама преко 1 mm воденог стуба има 92,2 дана годишње, а са падавинама преко 10 mm, 22 дана годишње. Максимална дневна висина падавина измерена на кишомерној станици Брадарац је забележена 09.10.1963. године, када је пало 60,7 l/m².

У оквиру површинског копа „Дрмно“, од 1987. године функционише мерна станица за регистровање падавина и температуре. Према подацима са ове станице, просечна годишња количина воденог талога износи од 600 до 640 mm. Најбогатији падавинама је месец мај са 120 l/m², а најсиромашнији септембар са 40 l/m². Карактеристике подневља су и врло суве зиме са мало снежних падавина.

Максималне дневне количине падавина измерене на Дрмну током периода 2001-2007. године приказане су на Слици 2.1.6., док су месечне количине падавина за исти период приказане на Слици 2.1.7.



Слика 2.1.6. Максималне дневне падавине на Дрмну за период 2001-2007.



Слика 2.1.7. Месечне падавине на Дрмну за период 2001-2007.

На захтев Инвеститора Републички хидрометеоролошки завод доноси Мишљење под бројем 92-И-1-369/2008 од 03. септембра 2008. године где се при прорачунима и димензионисању објеката одводњавања у Техничком пројекту требају користити вредности интензитета падавина карактеристичних вероватноћа појаве датих у Табели 2.1.3.

Табела 2.1.3.

Трајање кише (часови)	Интензитет кише у функцији трајања и вероватноће (l/s/ha)				
	P 1%	P 2%	P 5%	P 10%	P 50%
0.25	526	454	362	293	158
0.5	307	264	211	171	92
1.0	182	157	125	102	54
3.0	77	66	53	43	23
6.0	44	38	30	25	13
12.0	25	22	17	14	8
24.0	14	13	10	8	4
36.0	11	9	7	6	3
48.0	9	7	6	5	3

У хидролошком погледу, најзначајнији одраз водном режиму анализираног подручја, даје река Дунав обзиром да има најнижи локални ерозиони базис.

На основу података са водомерне станице у Великом Градишту (за период осматрања од 1946-1961. године), констатован је минимални протицај Дунава од 1880 m³/s и максимални од 14900 m³/s.

У садашњим условима након изградње ХЕ Ђердап, водостаји су условљени режимом рада хидроелектране. У Табели 2.1.4. приказане су коте водостаја Дунава на ушћу Млаве у Дунав код Костолца, за протицаје на брани ХЕ Ђердап од 20000, 16500, 10000 и 5600 m³/s.

Табела 2.1.4.

Протицај Дунава (m^3/s)	Просечно трајање дана у години	Коте успорених водостаја Дунава за режим рада Хидроелектране		
		68/63	69,5/63	69,5/63 и више
20000	358	68,05	69,2	69,7
65000	100	68,48	69,77	70,36
10000	15	69,97	70,06	70,83
15860	0,1	72,47	72,47	72,47

Величина протицаја Млаве је највећим делом условљена бујичним карактером њених притока. За време летњих месеци са малом висином падавина, протицаји су често веома мали, док током јесени и крајем зиме након отапања снега, протицај реке Млаве се повећава изазивајући плављење форланда и приобалног терена. Максимални водостај се међутим задржава релативно кратко (дан-два) и након тога брзо стагнира.

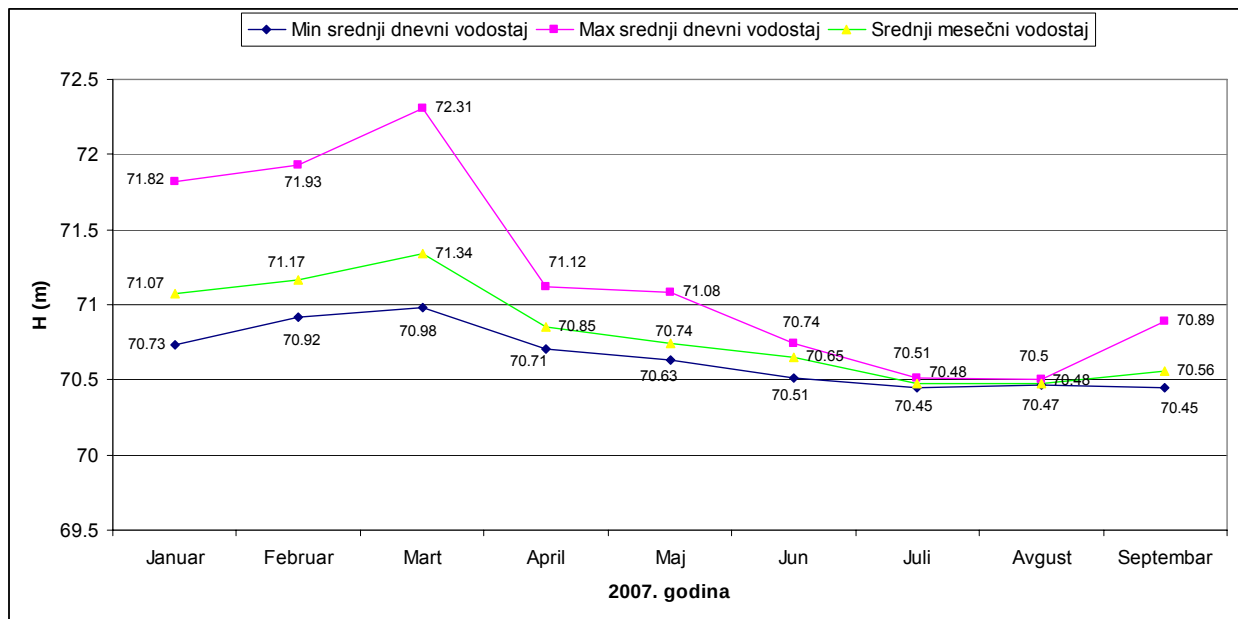
Протицаји реке Млаве су приказани у Табели 2.1.5., и то на бази дугогодишњег осматрања на више мерних профила. Максимални протицаји су забележени у висини од око $200 \text{ m}^3/\text{s}$, а минимални око $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Средње годишњи протицај Млаве на ушћу је око $12 \text{ m}^3/\text{s}$.

Табела 2.1.5.

Вероватноћа појаве у (%)	0,1	1	2	5	10	20	50
Повратни период од (год.)	1000	100	50	20	10	5	2
Средњи дневни мах. протицај (m^3/s)	307	288	204	172	147	121	92
Средњи дневни мин. протицај (m^3/s)	0,023	0,055	0,075	0,118	0,178	0,29	0,72
Средњи годишњи протицаји (m^3/s)	36	25,1	15,5	12,5	8,5	5,7	4,0

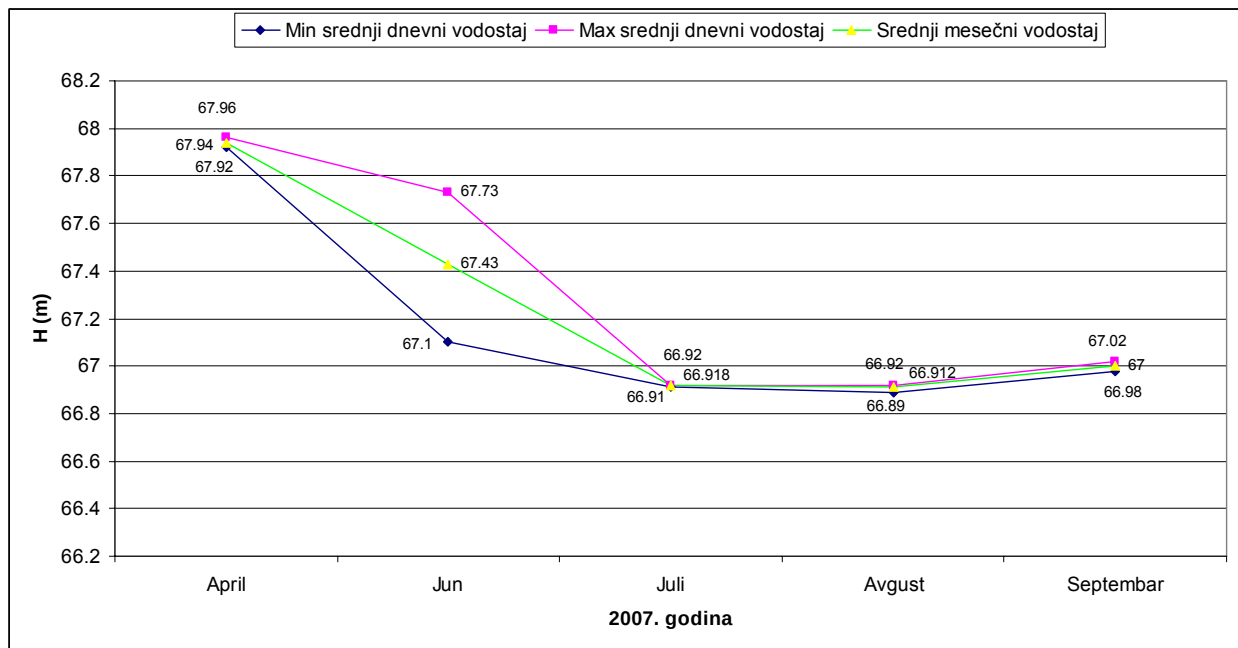
Најновија мерења водостаја за период од јануара до септембра 2007. године на реци Млави на мерном месту Георада код преливне станице приказана су на Слици 2.1.8.

Корито Дунавца (огранак Дунава) налази се на Доњем Костолачком острву и његова дужина на потезу од ушћа Млаве до Кличевца је око 12 km. Корито Дунавца служи као реципијент за дренаране воде из система дренажних канала и испумпаних вода из површинског копа „Дрмно“. Кота нивоа Дунавца је око 67 m.



Слика 2.1.8. Дијаграм водостаја Млаве код преливне станице Георада (01.-09.2007.)

Најновија мерења водостаја за период од јануара до септембра 2007. године на Дунавцу на месту улива GOL-2 приказана су на Слици 2.1.9.



Слика 2.1.9. Дијаграм водостаја Дунавца на месту улива GOL-2 (01.-09.2007.)

За заштиту приобаља Дунава на Доњем костолачком острву изграђена је мрежа канала са две пумпне станице (Завојска и Речица).

Црпна станица Завојска ради са нижим радним нивоима у доводном каналу у односу на Речицу, и нивои се одржавају аутоматски у границама кота од 65,1 до 65,6 m.

Капацитет црпне станице Завојска ($2 \times 2,35 \text{ m}^3/\text{s}$) је довољан за евакуацију воде из система дренажних канала, тако да се црпне станице Речица 1 и Речица 2 сада укључују само према указаној потреби. Ниво воде у доводном каналу код црпне станице Речица се региструје око коте 66,4 m.

На каналима не постоје водомерне летве и ниво подземних вода се региструје у доводним каналима црпних станица.

2.1.2. Геолошке карактеристике

Геофизичким истраживањима, дубоким истражним бушотинама за нафту и бројним бушотинама за различите намене, утврђено је да подручје Костолачког угљоносног басена и у оквиру њега лежиште угља „Дрмно“, изграђују кристаласти шкриљци палеозојске старости и седименти терцијарне и квартарне старости.

Продуктивна угљена серија припада горњем понту и лежи конкордантно преко доњопонтских и панонских седимената. Трансгресивно преко понтских седимената леже седименти плеистоцена.

Палеозоик (Pz). Кристаласти шкриљци палеозојске старости заступљени су у подини неогеног угљоносног басена а на површини терена откривени су код села Рама. Геолошка старост кристаластих шкриљаца је девонска. Кристаласти комплекс се састоји из два нивоа: старијег, од метабазита односно епидотактинолитских и епидот-амфиболитских шкриљаца и млађег, од метаседимената, односно серицит-мусковитских, мусковитских, хлоритских и хлоритско-серицитско-кварцних шкриљаца.

Неоген (Ng). Неогени комплекс изграђују седименти доњег миоцена (M_1)?, отнанг-карпата (M_2^1), бадена (M_2^2), сармата (M_3^1), панона (M_3^2), понта (M_3^3) и романа (PI_3), који леже трансгресивно преко палеозојских кристаластих шкриљаца.

Неогена серија Костолачког басена генерално залеже ка северозападу, са благим падним углом од 5 до 15° . Дебљина неогених седимената је од око 300 до 5000 m, колико износи у средишњем делу депресије „Дрмно“.

Доњи миоцен (M_1). Седименти су изграђени од метакластита, алевролита, пешчара и глинаца и констатовани су само у бушотинама лоцираним на простору Дрмљанске депресије. Преко ове серије, а на неким местима и преко кристаластих шкриљаца, леже седименти изграђени од бречоидног материјала. Дискордантно преко бреча леже песковити лапорци тамноцрвене и тамнољубичасте боје, пешчари и конгломерати.

Седименти отнанг-карпата (M_2^1). Представљени су конгломератима, пешчарима, алевролитима, глинцима и лапорцима који се непрекидно смењују, са локалним прелазима у ламиниране кречњаке и туфозне пешчаре и леже непосредно преко седимената доњег миоцена.

Баден (M_2^2). Маринске творевине бадена изграђене су од: пешчара, лапораца и алевролита, а у мањој мери и конгломерата, конгломератичних пешчара и органогених кречњака.

Сармат (M_3^1). Сарматске седименте изграђују глиновити и песковити лапорци, лапоровите глине, лапоровитоглиновити пешчари, ређе шљунак и кварцни пескови. Ови седименти леже конкордантно преко старијих седимената.

Панон (M_3^2). Седименти панонске старости су најстарије творевине откривене на површини терена. Изграђени су од глина, лапораца, пескова, алеврита, шљункова, угљевитих глина и угља.

У оквиру панона, развијена су два угљена слоја, утврђена на локалитету села Пољане, од којих је у економском погледу интересантан само доњи угљени слој. Дебљина угљеног слоја је до 6 m, док дебљина читаве серије износи више од 40 m.

Понт (M_3^3). У оквиру понта издвојени су седименти доњег понта (глиновито-песковита серија) и горњег понта (глиновита серија са три слоја угља). Граница између доњег и горњег понта је стављена у непосредну подину трећег угљеног слоја.

Доњи понт ($^1M_3^3$) – У подини трећег угљеног слоја издвојена је серија пескова различитих гранулација са слојевима и прослојцима угљевитих глина и глина зелено-плаве боје.

Горњи понт ($^2M_3^3$) – Продуктивна серија горњег понта обухвата насlage од подине III угљеног слоја па навише, најчешће до подине квартарних наслага, укључујући III и II угљени слој на лежишту „Дрмно“.

Трећи угљени слој је у подручју Дрмна компактан. Према Пожаревачкој греди (према западу) трећи угљени слој се раслојава на три банка. Дебљина III угљеног слоја на лежишту угља „Дрмно“ креће се од 0,2 до 40,9 m, просечно 16,9 m. Подински делови III угљеног слоја изграђени су од земљастог и барског литотипа са тањим прослојцима и сочивима тракастог и структурног ксилита. Централне и кровинске делове слоја углавном изграђују структурни и тракасти ксилит са тањим прослојцима доплеритског ксилита и барског угља. Унутар III угљеног слоја констатовано је присуство угљевитих глина, глина, ређе пескова и алеврита.

У западном делу лежишта где је заступљен II угљени слој, између слојева угља (II и III угљеног слоја) наталожени су глиновито-песковити седименти који преко прашина прелазе једни у друге, како у вертикалном правцу, тако и бочно. Пескови су везани претежно за ниже нивое, док у вишим нивоима преовлађују глиновито-прашинасти седименти у којима се налази II угљени слој.

Непосредну подину II угљеног слоја чине тамносиве и тамнозелене глине са прослојцима угља и угљевите глине.

Други (II) угљени слој развијен је у северном, северозападном и западном делу поља „Дрмно“, док је у централном, источном и јужном делу еродован. Дебљина слоја у пољу Дрмно креће се од 0,05 до 11,2 m, просечно 3,17 m. Дебљина чистог угља креће се од 0,05 m до 6,0 m, а просечна износи 2,62 m.

Прослојке јаловине унутар II угљеног слоја изграђују углавном угљевите глине дебљине од 0,3 m до 9,0 m, просечно 0,53 m.

Кровину II угљеног слоја, на простору где је развијен, изграђују пескови, глиновити пескови, глине, песковите, угљевите и лапоровите глине, лапорци, алеврити и ретки прослојци угља. Дебљина овог пакета седимената креће се од 0,7 до 37,8 m а њихова просечна дебљина је 11,69 m.

Роман (PI_3). Најмлађи неогени седименти представљени су: песковима, глинама, шљунковима и алевритима. Констатовани су на ширем простору Костолачког басена.

Квартар (Q). Седименти квартара су најмлађе творевине на истраживаном терену и представљени су творевинама плеистоценске и холоценске старости.

Плеистоцен (Q_1) је представљен еолским и барским лесом и лесоидним глинама. На локалитету површинског копа „Дрмно“, дебљина лесних наслага износи око 15 m.

Холоцен (Q_2). Холоцену припадају насlage делувијалних, пролувијалних и алувијалних седимената.

Еолски песак (п) се јавља у алувијалној равни Дунава, има особине еолског наноса и генетски је повезан са алувијалном подином. Дебљине је од 1 до 5 m.

Делувијални застор (д) у околини Кличевца, изграђују алеврити и пескови лесоидног хабитуса.

Пролувијалне конусне плавине (пр) изграђују углавном пескови и алеврити са слабом сортираношћу зрна.

Алувијум (а) је формиран дуж речних токова Дунава и Млаве. Изграђују га шљункови и пескови фације корита, затим пескови и алеврити фације поводња (ап), као и сочива пескова и алеврити. У простору алувиона Млаве дебљина шљунка износи од 0,5 до 10,6 m док је у алувијалној равни Дунава дебљина шљунковито-песковитих наслага од 1,3 до 13,3 m. На Слици 2.1.10. је приказана геолошка грађа истражног простора.

2.1.3. Тектоника лежишта

Неогена серија у Костолачком угљеном басену карактерише се ниском тектонском поремећеношћу и локална одступања од генералног пада слојева су последица косог

наслојавања појединих слојева атектонског порекла или последица тектонског потапања делова палеорељефа током формирања угљене серије.

Већи тектонски поремећаји нису евидентирани на ширем подручју, осим што се претпоставља постојање регионалног раседа дуж долине Велике Мораве, као и евентуално тектонски ров Дунава.

На источном ободу басена према кристалистим шкриљцима у јаловој неогеној серији утврђено је постојање дубоког активног раседа правца СЗ-ЈИ, за чију се активност везује образовање дебелих наслага неогена.

С друге стране дуж источног обода Пожаревачке греде је претпостављен расед Царевац-Десине и Затоње- В. Градиште. Овај систем раседа са релативно спуштеним крилима је формирао ров Мајиловца у оквиру кога се налази лежиште „Дрмно“ захваћено тектонским утицајима.

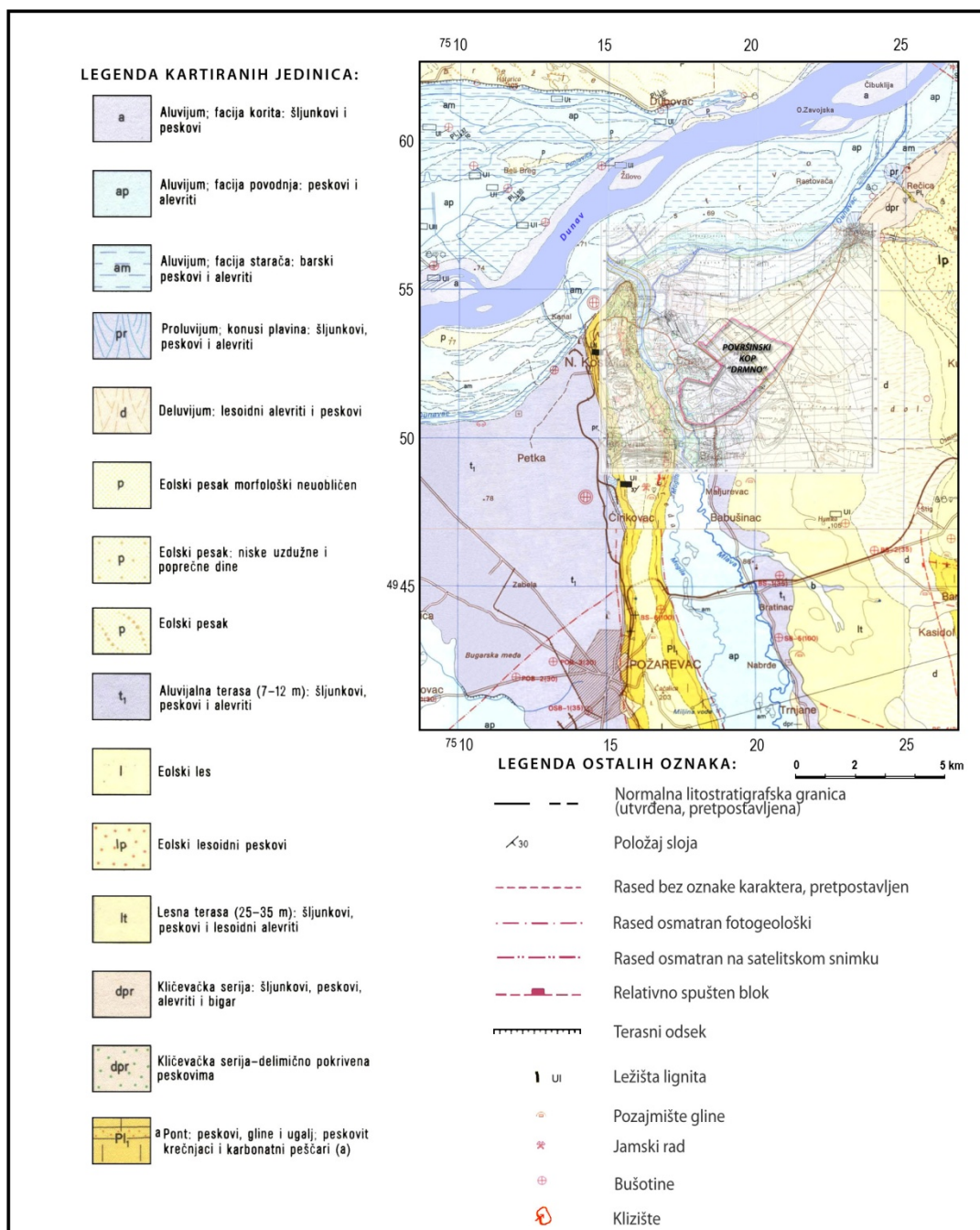
2.1.4. Хидрогеолошке карактеристике

Литолошке карактеристике стенских маса, њихова хидрогеолошка својства и општи односи хидрогеолошких колектора и хидрогеолошких изолатора утврђени су на основу профила бушотина и картирања језгра на великом броју изведених бушотина (више од 1000 бушотина), картирања отворених етажа површинског копа, висине заводњености и водних појава, спорадичних радова опитног црпења, резултата експлоатационог одводњавања и извршених гранулометријских анализа великог броја узорака узетих из свих литолошких чланова током бушења.

На основу резултата истраживања, према вредностима параметара водопрпусности извршена је класификација стенских маса на хидрогеолошке колекторе и хидрогеолошке изолаторе.

Хидрогеолошки колектори

У стенске масе са функцијом хидрогеолошких колектора убрајају се: комплекс алувијалних и језерских пескова и шљункова, лесне насlage, комплекс већег броја слојева пескова у оквиру плиоценских седимената у кровини и подини III угљеног слоја и др. У оквиру поменутих хидрогеолошких колектора егзистира више водоносних средина које су у зависности од положаја хидрогеолошких изолатора међусобно хидраулички повезане или изоловане.



Слика 2.1.10. Геолошка грађа истражног подручја

На основу структурног типа порозности генерално се могу издвојити следећи типови издани:

- збијени тип издани формиран у творевинама холоцена,
- збијени тип издани формиран у лесним наслагама,
- збијени тип издани у шљунковима и песковима
- збијени тип издани у песковито-прашинастим наслагама у кровини III угљеног слоја и

- збијени тип издани у песковито-прашинастим наслагама у подини III угљеног слоја.

Збијени тип издани у творевинама холоцена. Овај тип издани има највеће распрострањење у алувијалним творевинама које су формиране дуж површинских токова реке Дунава и Млаве. Поред тога, збијени тип издани је формиран у еолским песковима и песковитим пролувијалним конусним плавинама.

Алувијалне творевине изграђују шљункови и пескови чија се дебљина креће у подручју тока Млаве од 2 до 4 m, док је у алувијалној равни Дунава дебљина шљунковито-песковитих наслага од 1,3 до 13,3 m.

У алувијалним наносима у Доњем Костолачком острву и Кличевачко-Рамском риту идући одоздо, у слоју шљунка се повећава садржај песковите фракције те се у појединим локалностима шљунковито-песковити слој завршава средњезрним и ситнозрним песковима.

Изнад шљунковито-песковитог слоја у алувијалној равни Дунава, заступљене су глиновито прашинасте насlage са променљивим садржајем глиновите фракције. По гранулометријском саставу, то су најчешће прашине и прашинасти пескови са прелазима у песковите и прашинасте глине. Веома су честе вертикалне и бочне промене, па се стиче утисак да се насlage састоје од већих или мањих сочива појединих литолошких чланова. Местимично се јављају већа или мања сочива прашинастих глина, дебљине до 2 m. Ова сочива глина су на различитим дубинама тако да се не може говорити о континуалном простирању.

Основни хидрогеолошки параметри алувијалних шљункова и пескова, прорачунати по емпиријским формулама које базирају на резултатима гранулометријских анализа узорака, налазе се у следећим границама:

- коефицијент филтрације, $K_f = 9,5 \cdot 10^{-5} - 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ (m/s)}$
- коефицијент водопродности, $T = 6,8 \cdot 10^{-6} - 1,6 \cdot 10^{-1} \text{ (m}^2\text{/s)}$
- специфична издашност издани, $\mu = 0,032 - 0,32$.

Ниво подземних вода збијене издани у алувијалним наслагама, налази се на 2 до 3 m од површине терена. Алувијалне насlage су у директној хидрауличној вези са површинским водама река Дунав и Млаве. Осцилације водостаја у овим токовима се са једне стране директно одражавају на осцилацију нивоа издани, али са друге стране ниво издани је условљен и задатим режимом одводњавања површинског копа „Дрмно“ и утицаја дренажног система (мреже дренажних канала са црпним станицама) у приобаљу Дунава. У алувијалним наслагама Дунава ниво подземних вода је на котама од 66 до 65 mnv.

Збијени тип издани у лесним наслагама. Због карактеристичне цревасте порозности, у лесним наслагама је формиран специфични тип збијене издани. Ова издан је формирана у лесу који изграђује највећи део Костолачког басена, као и у творевинама делувијалних застора изграђених од алеврита и пескова лесоидног хабитуса.

У јужном делу површинског копа „Дрмно“, седименти леса имају дебљину од 2-15 m, а североисточно и источно од копа дебљине су преко 30 m. Коте подине лесних наслага су у интервалу од + 60 до + 62,5 mnnv.

По гранулометријском саставу, лес у подручју лежишта угља „Дрмно“ је изграђен од фино песковитих и глиновитих прашина са 15 до 20% песка, 35 до 50% прашине и 5-15% глине. Порозност леса је у границама 28-40%.

На основу емпиријских формула које се заснивају на гранулометријским анализама, срачунати су коефицијенти филтрације који се налазе у границама $K_f = 1,4 \cdot 10^{-9}$ - $2,7 \cdot 10^{-5}$ m/s, а ефективна порозност је $\mu = 0,01$. Коефицијент вертикалне филтрације за површинске партије леса износи од $K_f = 1,12 \cdot 10^{-6}$ до $1,5 \cdot 10^{-3}$ m/s. Узевши у целини, лесни седименти имају релативно слабу водопропусност.

Услед одводњавања површинског копа „Дрмно“ изданске воде у лесним наслагама су у ужој зони око површинског копа издрениране. Изданске воде у лесним наслагама су са слободним нивоом и прихрањивање се врши искључиво на рачун инфилтрације од падавина.

Збијени тип издани у шљунковима и песковима. Преко песковитих седимената горњег понта, заступљена је завршна серија понта, изграђена од шљунковито-песковитих седимената. Просечна дебљина шљунковито-песковитих наслага је на простору лесне терасе око 4 m. У источном и југоисточном делу лежишта, због хипсометријског положаја угљеног слоја, шљунковито-песковите насlage су наталожене непосредно преко III угљеног слоја. Коте подине ових наслага су у интервалу од 53,0 до 55,0 m.

Између шљунковито-песковитог хидрогеолошког колектора и песковитог хидрогеолошког колектора остварена је добра хидрауличка веза. Ту констатацију потврђују и подаци осматрања нивоа подземних вода на двоструким пијезометрима који се подударају.

У западном и северозападном делу експлоатационог поља где је развијен II угљени слој са пратећим наслагама (алеврити и угљевите глине и прослојци песка), исти представља хидрогеолошку баријеру између шљунковито-песковитог и песковитог хидрогеолошког колектора, тако да је у том делу терена подземна вода са различитим хидрауличким механизмом.

Збијена издан која је формирана у шљунковитим и песковитим седиментима, у доброј је хидрауличкој вези са збијеним изданима формираним у алувијалним седиментима Дунава и Млаве.

Ниво издани је субартески у природним условима, док је у условима одводњавања у зони око површинског копа ниво издани слободан.

Хидрогеолошки параметри седимената, односно колекторских творевина у којима је формирана ова издан, су у следећим границама:

- коефицијент филтрације, K_f (m/s) $2,7 \cdot 10^{-7}$ - $1,8 \cdot 10^{-3}$
- коефицијент водопроводности, T (m²/s) $8,8 \cdot 10^{-9}$ - $1,1 \cdot 10^{-3}$
- специфична издашност, μ (-) 0,04 - 0,22.

У ужој зони површинског копа „Дрмно“ радом дренажних бунара шљунковито-песковите наслагае су углавном издрениране.

Збијени тип издани у песковито-прашинастим наслагама у кровини III угљеног слоја. У непосредној кровини III угљеног слоја стратификоване су песковите и прашинасте наслагае. Песковито-прашинасте наслагае пратећи пад угљеног слоја, моноклино залежу у правцу северозапада где достижу дебљину и до 125 m. У правцу севера се простиру испод Дунава и даље према Делиблатској пешчари. У источном делу лежишта „Дрмно“ кровински пескови исклињавају. У подручју површинског копа „Дрмно“, кровина песка је на kotaма од 52 до 54 m.

У погледу гранулометријског састава, уочено је да постоји одређена закономерност. У зони исклињења, пескови су ситнозрни до средњезрни, у централном делу лежишта пескови су ситнозрни, а у северозападном и северном делу лежишта, у непосредној кровини III угљеног слоја, јављају се алевритски пескови.

У овим творевинама је формиран збијени тип издани са субартеским нивоом, која је у директној хидрауличној вези са издани формираној у шљунковитим седиментима. Хидрогеолошки параметри седимената ове издани (добитијени на основу резултата гранулометријских анализа) су у следећим границама:

- коефицијент филтрације, K_f (m/s) $1,4 \cdot 10^{-8}$ - $9,0 \cdot 10^{-6}$
- коефицијент водопроводности, T (m²/s) $4,2 \cdot 10^{-8}$ - $2,7 \cdot 10^{-5}$
- специфична издашност, μ (-) 0,03 - 0,05.

Збијени тип издани у песковито-прашинастим наслагама у подини III угљеног слоја. У подини трећег угљеног слоја у подручју речне терасе Млаве, заступљен је прашинасто-песковити хоризонт, ограниченог простирања и дебљине од 3 до 5 m, раслојен местимично прослојцима сиво плавих глина. У хидродинамичком погледу, ради се о субартеској збијеној издани са притисцима од 5 до 8 бара. Хидрогеолошки параметри ове издани (добитијени на основу резултата гранулометријских анализа) су у следећим границама:

- коефицијент филтрације, K_f (m/s) $1,5 \cdot 10^{-6}$ - $1,9 \cdot 10^{-4}$
- коефицијент водопроводности, T (m²/s) $4,5 \cdot 10^{-6}$ - $9,5 \cdot 10^{-4}$
- специфична издашност, μ (-) 0,05 - 0,08.

У алувијалној равни Дунава у подини III угљеног слоја, претходним истражним геолошким радовима утврђено је постојање слојева песка дебљине 100 m, у којима је формирана артеиска издан. Недовољно је познавање хидрогеолошких параметара подинских пескова, величине притиска подземних вода и основних геомеханичких параметара стенских маса које се налазе непосредно у подини III угљеног слоја.

Постојање подинске издани намеће потребу за применом техничких мера за растерећење притиска, како би се обезбедио сигуран рад у копу и стабилност будућег унутрашњег одлагалишта.

Са аспекта оводњености лежишта угља „Дрмно“, најзначајнији утицај има збијени тип издани који је формиран у песковитом и шљунковито-песковитом комплексу творевина понта (M_3^3), романа (PI_3) и шљунковито-песковитим творевинама квартара (Q). Ове издани чине јединствену хидрогеолошку структуру која има директан утицај на формирање величину прилива рудничких вода у радно подручје површинског копа „Дрмно“.

Хидрогеолошки изолатори

У релативно водонепропусне стенске масе убрајају се: барски лес, глине прашинасто песковите у алувијалној равни Млаве и Дунава, глине прашинасте у непосредној подини и кровини II и III угљеног слоја као и слојеви угља (II и III угљени слој). Трећи угљени слој може имати двојну хидрогеолошку функцију: функцију хидрогеолошког колектора и хидрогеолошког изолатора. Захваљујући систему прелина и пукотина у угљује формиран пукотински тип порозности и на профилу етажа изугљеног слоја се запажа на местима јаче испуцалости истицање мањих количина подземних вода.

2.1.5. Режим подземних вода

Режим подземних вода на ширем простору површинског копа „Дрмно“, формира се под утицајем следећих фактора:

- површинских токова (Дунав, Млава), који су природне границе лежишта угља „Дрмно“ и који су са речним рукавцем-Дунавцем главни извори прихрањивања кровинске збијене издани, формиране у шљунковито-песковитим и песковитим седиментима;
- вертикалног биланса (инфилтрација падавина, испаравања, евапотранспирације);
- подземног дотока по контурама копа, на контакту водонепропусних и водонепропусних стенских маса. Овај дотицај се формира на рачун инфилтрираних вода од падавина у ширем подручју копа и речних вода и
- интензивног одводњавања кровинских наслага угља дренажним бунарима.

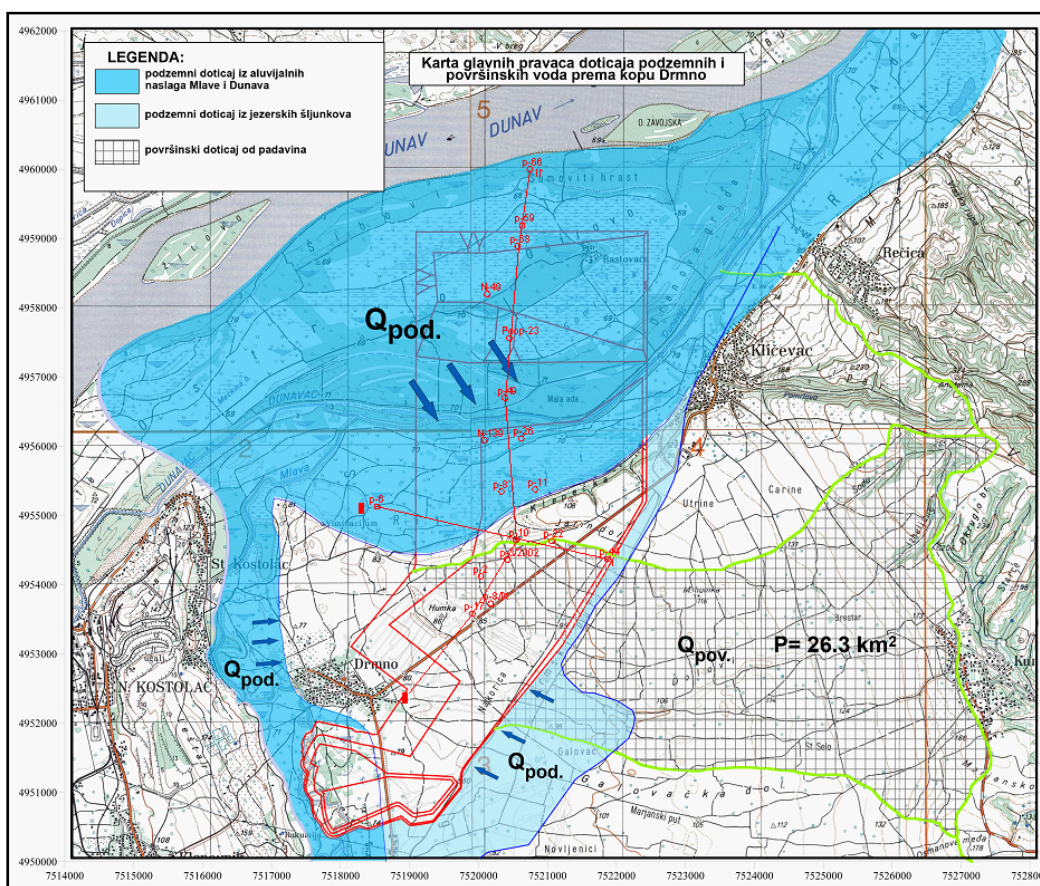
Под утицајем наведених фактора, нивои подземних вода осцилују на различитој дубини од површине терена. На основу осматрања подземних вода у бунарима и пијезометрима у различитим временским периодима и то у зони површинског копа „Дрмно“, ниво подземних вода се налази у кровинском хидрогеолошком колектору изграђеном од ситнозрног песка на котама од 30 до 55 mnm.

Подземне воде из шљункова (роман PI_3) су већином издрениране и ниво подземних вода у шљунковитом хидрогеолошком колектору се региструје искључиво у источном делу површинског копа (дуж бараже бунара ŠLA). Нивои подземних вода у понтским

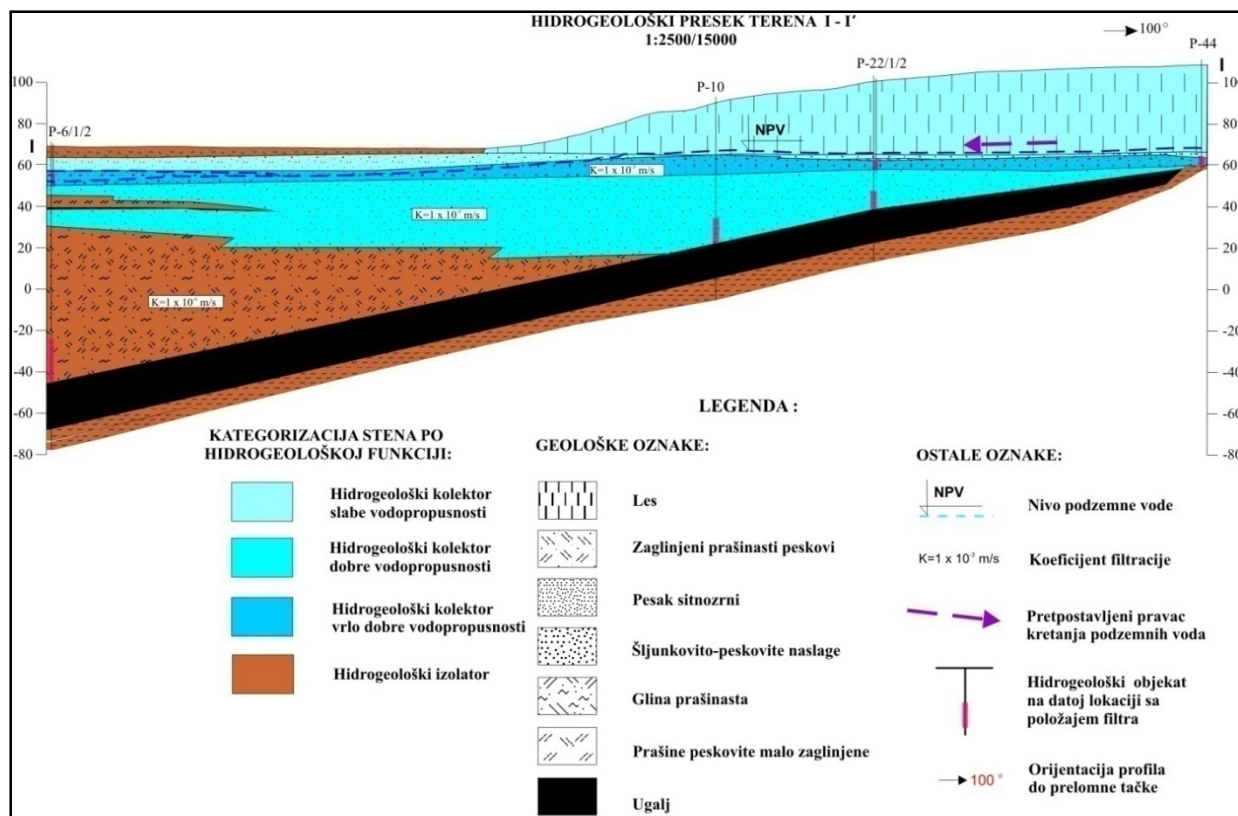
песковима, осцилују током времена у зависности од утицаја појединих фактора који су већ наведени.

У алувиону Дунава режим издани је под утицајем хидромелиорационог система који се састоји од мреже канала са црпним станицама Речица и Завојска, укључујући и корито Дунавца. Слинови црпних станица су међусобно повезани (везним каналом бр.6) тако да је у раду само једна црпна станица.

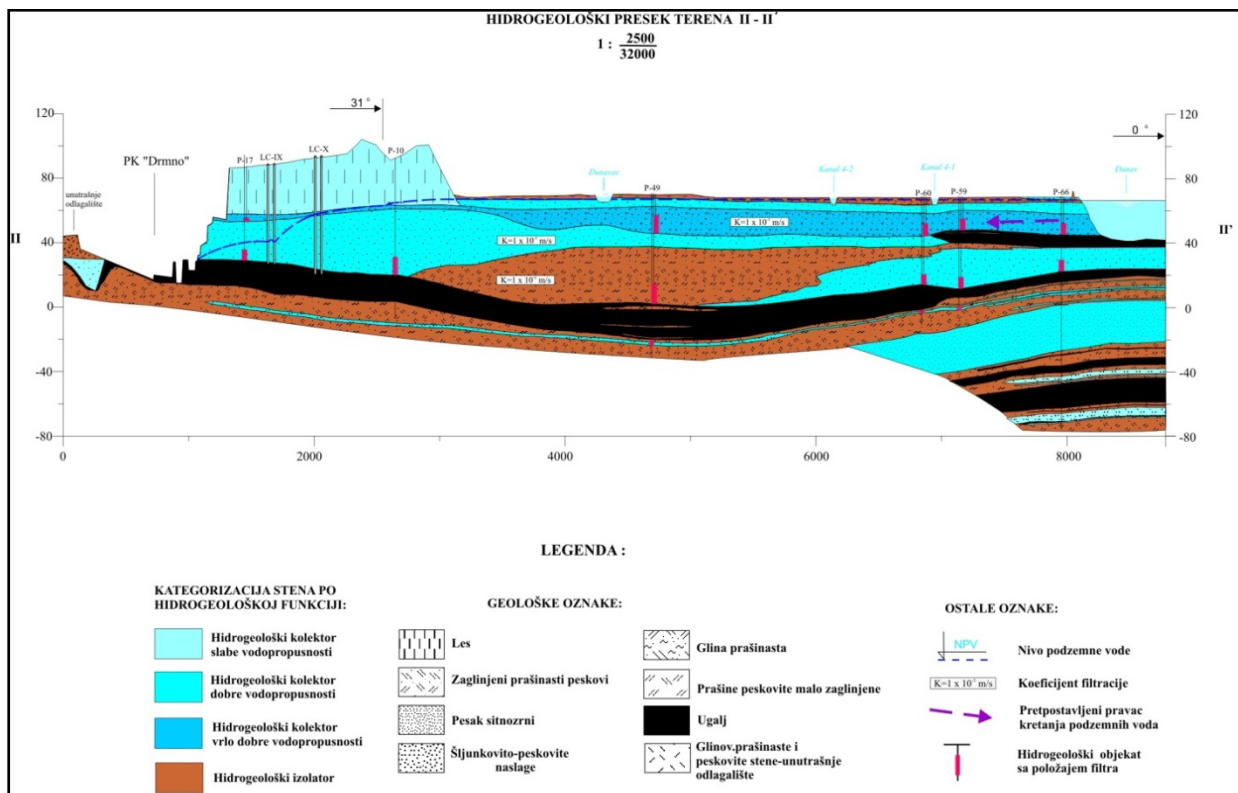
Главни правци дотицаја подземних и површинских вода ка површинском копу „Дрмно“ приказани су на Слици 2.1.11., док су на Сликама 2.1.12. и 2.1.13. приказани хидрогеолошки профили правца запад-исток и југ-север са претпостављеним правцем кретања подземних вода.



Слика 2.1.11. Правци дотицаја подземних и површинских вода ка површинском копу „Дрмно“



Слика 2.1.12. Хидрогеолошки пресек терена пружања 3-І



Слика 2.1.13. Хидрогеолошки пресек терена пружања J-C

2.1.6. Хемизам подземних вода

Хемијски састав подземних вода које се на површинском копу „Дрмно“ дренирају системом дренажних бунара, карактерише: мала минерализација (испод 0,5 g/l), хидрокарбонати у ањонском саставу (до 95 % екв) и јони калцијума у катјонском саставу (до 81% екв). Такође је утврђено да су: радиоактивно зрачење (алфа и бета), садржај фенолних материја и садржај минералних уља испод МДК. Вредност рН је у опсегу 7,1 до 7,8. Електро-проводљивост воде је од 618 до 1211 μ S.

Од главних компоненти калцијум је у опсегу од 32,31 до 96,08 mg/l, магнезијум од 20,4 до 55 mg/l, натријум од 7,5 до 32 mg/l, калијум од 0,7 до 2 mg/l, сулфат јон од 28 до 70 mg/l и хлориди од 5,4 до 20,8 mg/l.

Навећини баража бунара констатован је висок садржај мангана у дијапазону од 0,13 mg/l до 0,61 mg/l. Садржај гвожђа је у границама 0,03 mg/l до 0,83 mg/l а само на два бунара се јавља концентрација гвожђа већа од максимално дозвољене (0,3 mg/l). Једино на баражи бунара LC-IX садржај гвожђа и мангана је нижи од 0,03 mg/l.

2.1.7. Геомеханички параметри

Основни извори података о физичко-механичким особинама масива су Елаборат о резервама угља у лежишту „Дрмно“ (Костолац, 2003. године), Идејни пројекат са студијом оправданости завршетка изградње површинског копа „Дрмно“ за пројектовани капацитет од $6,5 \cdot 10^6$ t угља годишње (Рударски институт, Земун, 2003. године) и Идејни пројекат са студијом оправданости завршетка изградње површинског копа „Дрмно“ за пројектовани капацитет од $6,5 \cdot 10^6$ t угља годишње и повећање капацитета на $9 \cdot 10^6$ тона угља годишње (Рударско-геолошки факултет, Београд, 2004. године). Преглед релевантних података за анализу стабилности за 6 издвојених квазихомогених зона дат је у Табели 2.1.6.

Табела 2.1.6.

Квазихомогена зона	Запреминска тежина (kN/m^3)	Кохезија (kN/m^2)	Угао унутрашњег трења ($^\circ$)
Лес	18.1	50.00	22.75
Шљунак	21.0	1.31	33.72
Песак	20.0	0.00-5.00	27.17-32.66
Повлатне песковите глине	18.6	37.00	19.83
Угаљ	10.8-19.0	94.00-3881.00	22.47-70.32
Подинске глине	18.5	5.00-69.00	18.25

Према Елаборату о резервама геомеханички параметри повлате III угљеног слоја одређени су на 20 узорка. Анализом картограма истражних бушотина уочено је да су сви узорци узети у глинама, песковитим глинама и заглињеним песковима. Противно томе најзаступљенији литолошки члан у повлати је песак без и једног узорка.

Резултат статистичке обраде података о запреминској тежини, углу унутрашњег трења и кохезионој чврстоћи повлате и подине угљеног слоја приказани су у Табели 2.1.7.

Табела 2.1.7.

Квазихомогена зона	Запреминска тежина (kN/m ³)			Кохезија (kN/m ²)			Угао унутрашњег трења (°)		
	min	sr.vr.	max	min	sr.vr.	max	min	sr.vr.	max
		st.dev.			st.dev.			st.dev.	
Лес	17.12	18.94	20.27	4.00	18.85	53.00	10.95	21.99	32.58
		0.639			9.697			4.676	
Повлатне песковите глине	14.59	17.63	19.44	4.00	19.22	38.00	7.81	17.84	28.80
		1.443			10.744			6.300	
Подинске глине	14.24	18.43	21.38	4.50	16.57	37.00	4.28	18.62	29.88
		1.556			9.491			6.612	

У Идејном пројекту са студијом оправданости завршетка изградње површинског копа „Дрмно“ за пројектовани капацитет од $6,5 \cdot 10^6$ тона угља годишње дат је исцрпнији приказ литолошких чланова са више релевантних података и статистичком обрадом, али без позивања на порекло лабораторијских података. Извод из овог материјала дат је у Табели 2.1.8.

Табела 2.1.8.

Квазихомогена зона	Запреминска тежина (kN/m ³)			Кохезија (kN/m ²)			Угао унутрашњег трења (°)		
	min	sr.vr.	max	min	sr.vr.	max	min	sr.vr.	max
		ст.дев.			ст.дев.			ст.дев.	
Лес	16.80	19.71	22.00	4.00	20.92	70.00	10.58	22.40	35.45
		1.17			11.000*			4.145*	
Шљунак	15.00	16.20	17.40	0.00	7.29	30.00	21.75	31.50	38.67
		1.200			5.000*			2.82*	
Песак	17.06	19.63	20.75	0.00	5.18	22.00	19.92	31.30	35.75
		1.070			3.666*			2.638*	
Повлатне песковите глине	16.55	18.49	20.50	5.00	20.50	60.00	10.27	20.10	29.33
		1.130			9.166*			3.176*	
Угаљ	-	12.40	-	10.00	30.00	50.00	33.00	34.50	36.00
		-			6.666*			0.500*	
Глиновити прослојак у угљу	16.90	18.43	19.98	0.00	23.36	45.00	9.00	18.60	30.67
		1.150			7.500*			3.611*	
Подинске глине	15.40	18.95	22.24	0.00	24.36	74.00	5.95	20.20	40.95
		1.650			12.333*			5.833*	

Такође из поменутог Идејног пројекта преузет је део где су приказани резултати статистичке обраде података са укупно обрађена 1102 узорка (533 у лесу, 148 у повлати, 421 у подини и 119 у угљу). Сво ови подаци су приказани у Табели 2.1.9.

Табела 2.1.9.

Квазихомогена зона	Запреминска тежина (kN/m ³)			Кохезија (kN/m ²)			Угао унутрашњег трења (°)		
	min	ср.вр.		min	ср.вр.		min	ср.вр.	
		ст.дев.	max		ст.дев.	max		ст.дев.	max
Лес	16.26	19.17	22.00	2.00	20.54	73.00	6.40	22.41	34.50
		0.890			11.445			4.979	
Повлата	14.59	18.66	21.10	4.00	25.63	70.00	7.80	20.32	30.00
		1.252			15.972			5.753	
Угаљ	10.05	12.76	19.00	12.50	1441.72	4802.00	20.00	52.61	71.45
		1.468			1043.871			7.972	
Подина	18.89	18.44	23.20	0.00	26.18	176.00	3.50	17.75	33.00
		1.538			21.031			5.983	

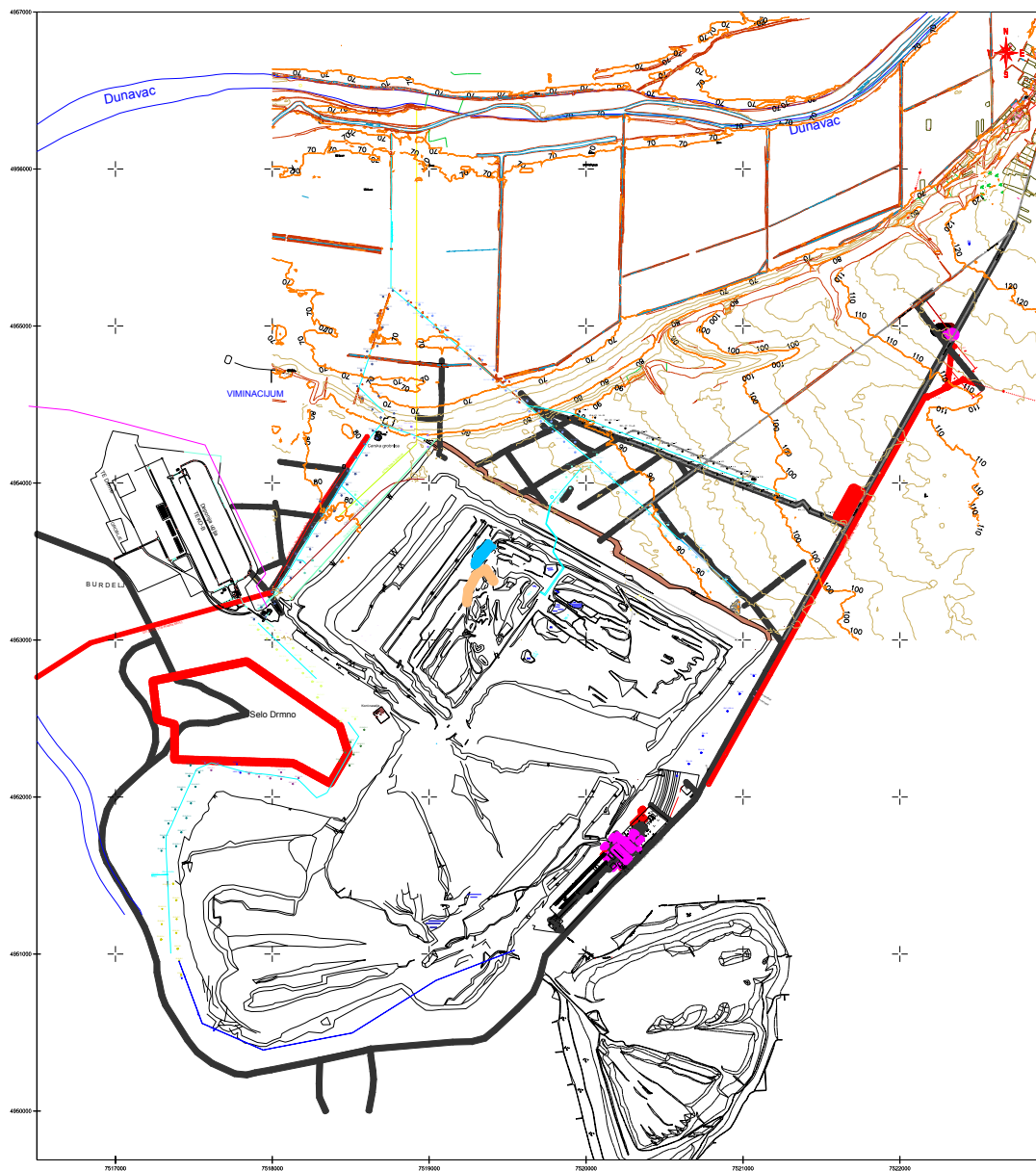
2.2. Рударско-технолошки фактори

Пројектовани капацитет површинског копа „Дрмно“ према важећој документацији (Допунски рударски пројекат површинског копа „Дрмно“, РИ) до краја 2007. године износи $6,5 \cdot 10^6$ t угља годишње.

Развој фронта рударских радова није се одвијао према Главном пројекту од југа према северу него је измењен после проласка поред села Дрмно, где је фронт био сужен на 1,1 km.

Сада је фронт рударских радова усмерен у правцу исток-запад. Пројектом је одређена ширина фронта на откривци мерено на терену од 1.800 m, а на кровини од 1.200 m. Овакав правац напредовања је пројектован до 31.12.2007. године када фронт рударских радова долази до западне завршне косине површинског копа.

Стање радова и граница површинског копа „Дрмно“ на крају 2007. године приказани су на Слици 2.2.1.

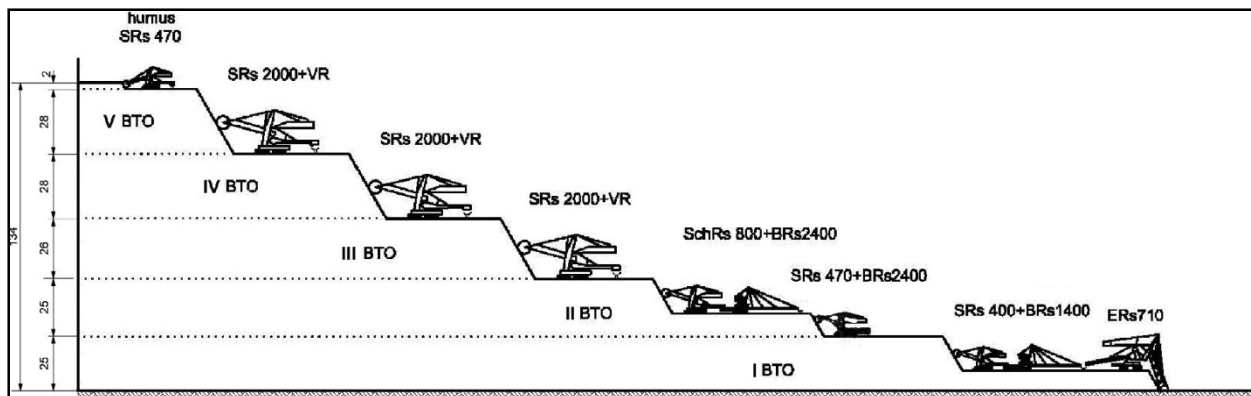


Слика 2.2.1. Стање радова и граница површинског копа „Дрмно“ на крају 2007. године

Експлоатација откритке и угља на површинском копу „Дрмно“ обавља се са континуалним системима. Откривка се одлаже на унутрашње одлагалиште, док се угаљ транспортује до постројења за припрему угља и по потреби на депонију угља.

Откопавање, транспорт и одлагање откритке

За пројектовану производњу угља од 9 милиона тона годишње на површинском копу „Дрмно“ биће ангажовано 5 БТО система на откритци, 1 БТО систем на скидању хумуса за потребе рекултивације унутрашњег одлагалишта и два БТД система на експлоатацији угља (Слика 2.2.2.).



Слика 2.2.2. Распоред БТО система на откритици

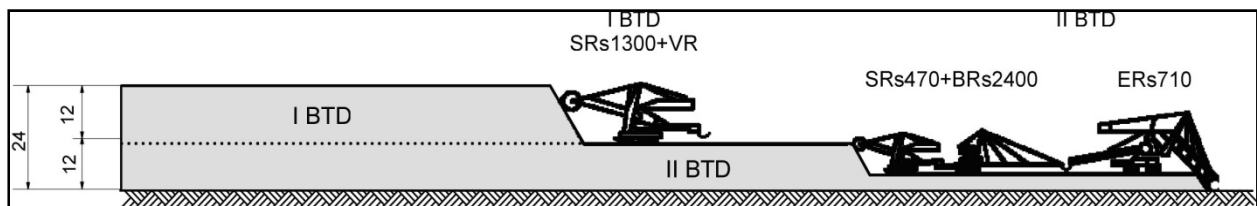
Откопавање јаловине вршиће се континуалним системом експлоатације, односно системом БТО (роторни багер или ведричар, транспортери са траком, одлагач). На откопавању откритке превиђен је рад 6 БТО система са укупно 8 багера (7 роторних багера и један ведричар), док је за одлагање откритке превиђен рад 6 одлагача. Редослед система на откритици је означен тако да се први БТО систем налази на кровини угља, а затим редом до нивелете терена. Појединачно опрема која чини ове системе је следећа:

- I БТО систем:
 - багер SRs 400.14/1
 - самоходни транспортер BRs-2400.59
 - багер ERs710.17,5/13-16
 - транспортери ширине B-1400 mm, три комада
 - одлагач ARsB-3500.50
- II БТО систем:
 - багер SchRs800.15/1.5
 - самоходни транспортер BRs-2400.59
 - багер SRs470.20/3
 - самоходни транспортер BRs-2400.59
 - транспортери B-1600 , пет транспортера, L = 5140 m
 - одлагач A₂RsB 5500
- III БТО систем:
 - багер SRs2000.28/3.0+VR±3,
 - транспортери B-1800, пет транспортера, L = 3835 m
 - одлагач A₂RsB-7200.95,
- IV БТО систем:
 - багер SRs2000.32/5.0+VR92±5
 - транспортери B-1800, три комада, L = 3835 m
 - одлагач ARsB-7200

- V БТО систем:
 - багер SRs2000.32/5.0+VR92±10
 - транспортери В-2000, три комада,
 - одлагач APc2000/15/60/60.22
- Систем за хумус:
 - багер SRs470.20/3
 - самоходни транспортер BRs-1200.xx
 - транспортери ширине В-1200 mm, пет комада
 - одлагач ARsB-3000.50

Откопавање и транспорт угља

Откопавање угља вршиће се са два БТД система са заједничким извозним транспортерима до локације расподелног бункера. Први БТД систем (роторни багер SRs 1300) откопава дужином целог фронта у висинском раду, док II БТД систем (багер SRs 470 у тандему са самоходним транспортером BRs 2400 у висинском раду и багер ведричар ERs 710 у дубинском раду) откопава до половине фронта. Непосредну подину угљеног слоја дуж целог фронта откопава багер ведричар (Слика 2.2.3.).



Слика 2.2.3. Систем на откопавању угља

Опрема која ће чинити први БТД систем је следећа:

- багер SRs1300.26/5.0(900кW)+VR±10
- етажни транспортери В-1600 (два транспортера).

Опрема која ће чинити други БТД систем је следећа:

- багер ERs-710.17,5/13-16
- багер SRs470.17/1.5
- самоходни транспортер BRs-1400
- етажни транспортери В-14000 (два транспортера).

Оба система утоварују угаљ на збирни транспортер који транспортује угаљ у постројење за припрему угља:

- збирни транспортери В-1800 (четири транспортера).

Вертикална подела копа на етаже

Вертикална подела површинског копа на етаже извршена је на основу техничко технолошких могућности изабране основне опреме, пројектованих капацитета багера,

геомеханичких параметара радне средине и века експлоатације површинског копа „Дрмно“.

Геометријском анализом простора у ограниченom површинском копу „Дрмно“ одређен је положај етажних равни. Етажне равни на откривци и угљу одређене су помоћу референтне површи која је конструисана на основу рударско-геолошких услова који владају у лежишту и техничко-технолошких могућности рада пројектоване опреме.

Максимална моћност угља је 25 m у централном и западном делу, а максимална дебљина откривке у западном делу копа износи око 140 m, тако да је вертикална подела копа и распоред БТО и БТД система извршен тако да се ове висине успешно могу откопавати са расположивом опремом.

Након утврђивања укупне потребне количине откривке, одређени су потребни појединачни капацитети роторних багера. Капацитети багера су одређени на основу статистичке анализе остварених резултата рада багера у рударско-геолошким условима површинског копа „Дрмно“ и планираним реконструкцијама и ревитализацији опреме која ће радити. Потребни годишњи капацитети багера на откривци износи $43,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (Табела 2.2.1.)

Табела 2.2.1.

Максималне висине етажа на откривци										
ЕТАЖА	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2018	2028	2038	2049
V	18	20	20	23	32	32	28	25	26	27
IV	16	16	17	17	18	18	20	26	27	23
III	11	14	18	18	19	20	22	30	31	26
II	19	20	20	20	21	21	23	29	28	24
I/a	16	20	24	24	26	24	19	15	14	5
I/b	0	0	0	0	5	7	26	32	24	0
Σ	80	90	99	102	121	122	138	157	150	105
Дубина копа	92	94	94	94	94	95	130	146	146	146

Геометријском анализом одређена је одговарајућа запремина откривке коју откопава сваки багер на припадајућој етажи. Етажна раван је конструисана тако да је у највећем делу копа хоризонтална, док је у источном делу копа због конфигурације кровине угља нагнута до 3% у правцу исток-запад.

У Табелама 2.2.1. и 2.2.2. дате су прорачунате максималне висине етажа по БТО системима и годинама за првих пет година и планиране количине по багерима односно БТО системима.

Табела 2.2.2.

Капацитети по годинама на откривци, угљу и одлагалишту												
Година/систем	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2017	2022	2032	2042	2049	Σ
VI БТО (m ³ /год)	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0	5,0	7,3	0,0	0,0	21,3
V БТО (m ³ /год)	0,0	7,0	9,0	11,5	11,5	11,5	57,5	57,5	115,0	115,0	32,5	425,0
IV БТО (m ³ /год)	9,0	9,5	10,5	10,5	10,5	10,5	52,5	52,5	105,0	105,0	11,5	388,0
III БТО (m ³ /год)	9,0	9,0	9,5	9,5	9,5	9,5	47,5	47,5	95,0	95,0	9,5	351,0
II БТО (m ³ /год)	3,9	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5	32,5	32,5	65,0	65,0	18,0	248,4
I БТО (m ³ /год)	2,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	22,5	22,5	45,0	45,0	21,6	181,6
Укупно	24,4	35,5	41,0	43,5	43,5	43,5	217,5	217,5	432,3	425,0	93,1	1615,3

(m ³ /год)												
Угаљ (t/год)	7,1	8,5	9	9	9	9	36	45	90	90	61	373,3
Одлагалиште (m ³ /год)	29,3	42,6	49,2	52,2	52,2	52,2	261,0	261,0	518,8	510,0	111,1	1938,4

Било која промена висине етажа или капацитета опреме би успорила напредовање фронта рударских радова а тиме и сигурну производњу угља.

Вертикална подела откривке на етаже

Геометријском анализом копа израчунат је потребан капацитет на откопавању откриве за пројектовану динамику откривања угља и он износи просечно око 43.500.000 m³/m. годишње.

На основу потребног годишњег капацитета на откривци одређен је потребан број багера и њихов просторни распоред у пет БТО система на откривци. Вертикална подела на пет БТО је одређена на основу капацитета изабраних багера и њихове технолошке висине откопавања.

Максимално пројектоване висине етажа на откривци, приказане су у Табели 2.2.3.

Табела 2.2.3.

Систем	Тип багера	Могућа висина блока, m	Максимално пројектована висина блока, m
Хумус	SRs470.20/3	20	2
V БТО	SRs2000.32/5+VR	32	28
IV БТО	SRs2000.32/5+VR	32	28
III БТО	SRs2000.28/3+VR	28	26
II БТО	SchRs800.15/1.5+BRs2400	35 (15+20)	25
	SRs470.20/3+BRs2400		
I БТО	SRs400.14/1+BRs1400	27 (14+13)	25
	ERs710		
Укупна висина:		174	134

Максимална дебљина откривке у органиченом копу јавља се по западној граници копа у северној половини копа. Пројектована висина откопавања свих пет БТО система износи 134m (максимална моћност откривке износи 110 m), док технолошка дохватна висина ових багера износи око 178 m, што у потпуности задовољава услове рада на откривци.

Поред ових пет система у редовном раду предвиђен је такође систем за откопавање хумуса и део леса дебљине до 2 метара за потребе рекултивације унутрашњег одлагалишта. Откопавање хумуса ће се вршити багером SRs 470 са годишњим капацитетом од око 1.500.000 чm³.

На основу овако пројектованих параметара основне опреме на откривци геометријском анализом је одређен просторни положај сваке етаже на откривци у оквиру

ограничења копа. Максималне висине етажа и количне откритке по етажама са процентуаним учешћем у укупним количинама приказани су у Табели 2.2.4.

У оквиру контуре копа на источној страни према селу Кличевац један део откритке (од 106 до 116 коте) се налази ван дохвата I БТО система. Укупне количине које се налазе у овој зони износе око $6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, и оне ће се откопавати са дисконтинуалном технологијом.

Табела 2.2.4.

Етажа број	Висина етаже - максимално, m	Количина откритке $\times 10^6 \text{ m}^3$	Учешће %
ЕТ 1.	47,0*	415,2	27
ЕТ 2.	27	382,3	24
ЕТ 3.	31	339,8	22
ЕТ 4.	30	269,0	17
ЕТ 5/1	26	108,7	7
ЕТ 5/2	32	49,0	3
Σ		1564	100
* Потребно је извршити смањење висине за 15 m помоћу ЕШ- ева.			

Вертикална подела етажа на угљу

Положај и дебљина угљеног слоја условили су пројектовање две етаже на угљу. Расподела угљеног слоја на етаже је извршена на основу просторног положаја угљеног слоја и капацитета багера који су пројектовани да раде на угљу. Рударско-геолошки услови диктирали су косе етаже на угљу. Пројектоване су две етаже, прва висинска на којој ради багер SRs 1300.26/5 и иста се простире на читавој ширини фронта од источне до западне границе копа. Уздужни и попречни нагиби етажа не прелазе дозвољене границе пада од 3%.

Висина откопаног блока багера SRs 1300 износиће максимално до 15 m, и исту ће откопавати у два блока ширине 50 m. Угаљ откопан багером SRs 1300 утовариваће се на етажне транспортере (ЕТУ-1.1, ЕТУ-1.2) ширине $B=1600 \text{ mm}$ и укупне дужине 2700 m.

Друга етажа је подељена на висинску подетажу на којој ће радити багер SRs 400.14/1 и дубинску подетажу на којој ће радити багер ERs 710.17.5/13. Угаљ који се откопава са ова два багера утоварује се на етажни транспортер (ЕТУ-1.2) ширине 1400 mm и укупне дужине 1400 m.

Максимална висина друге етаже износи до 15 m и то у западном делу копа. Дубинску етажу у висинском блоку (до 10 m) ће откопавати роторни багер SRs 400.14/1, док ће дубински блок (3-5 m) откопавати багер ведричар ERs 710. Напредовање фронта радова биће паралелно од југа према северу. Пројектовани капацитети багера и висине етажа на угљу приказани су у Табели 2.2.5.

Табела 2.2.5.

Систем	Багер	Максимална дохватна висина багера, m	Пројектована висина етаже, m
БТД	SRs 1300.26/5	26	15
	SRs 470.14/1	14	do 10
	ERs 710.17.5/13	13	do 5
Σ		53	30

Максимална моћност угља је 25 m у западном делу оконтуреног копа. Укупна дохватна технолошка висина сва три багера је 53 m.

На основу овако пројектованих параметара основне опреме на угљу геометријском анализом је одређен просторни положај сваке етаже у оквиру угљеног слоја. Висине етажа и масе угља по етажама са процентуалним учешћем у укупним количинама приказани су у Табели 2.2.6.

Табела 2.2.6.

Етажа број	Висина етаже максимално, m	Масе угља ($\times 10^6$ t)	Учешће %
I ЕТАЖА	15	182,9	67
II ЕТАЖА	10	90,1	33
Σ		273,0	100

Вертикална подела одлагалишта на етаже

Годишњи капацитет на откривци и брзина напредовања фронта рударских радова условили су пројектовање запремине простора који је потребан за смештај откопаних количина откривке увећаних за коефицијент растреситости од $kg = 1,2$ након примарног слегања одложених количина откривке.

Пројектовано је унутрашње одлагалиште у границама копа и одређена завршна површина на апсолутној коти +105 m. Обрачун запремине овако пројектованог унутрашњег одлагалишта је приказан у Табели 2.2.7.

Табела 2.2.7.

Запремина одлагалишта, m ³			
Интервал		У интервалу, m ³	Кумулативно, m ³
од	до		
105	90	388,957000	388,957000
90	75	396,958000	785,915000
75	60	382,780000	1168,695000
60	45	352,391000	1521,086000
45	30	318,421000	1839,507000
30	15	262,109000	2101,616000
15	0	216,365000	2317,981000
0	-15	174,143000	2492,124000
-15	-30	131,869000	2623,993000
-30	-45	101,307000	2725,300000
-45	-60	72,335000	2797,635000
-60	-75	41,901000	2839,536000

-75	-90	16,994000	2856,530000
-90	-105	0,914000	2.862.589.000

Као што се из Табеле 2.2.7. може видети укупна запремина унутрашњег одлагалишта износи око $2.860 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ и ова запремина може да прихвати све количине откривке, које ће се откопати до краја века копа увећане за коефицијент растреситости 1,2 ($1.613 \cdot 10^6 \text{ m}^3 < 2.860 \cdot 10^6 \text{ m}^3$).

Унутрашње одлагалиште подељено је на пет основних етажа, а свака етажа се формира са по две подетаже - дубинском и висинском. Ова подела на подетаже има за циљ стабилизацију дубинске етаже ради сигурнијег кретања одлагача по радном плану.

На постојећих 6 БТО система биће ангажовано 6 одлагача. У Табели 2.2.8. и на Слици 2.2.4. приказана је опрема која ће радити на одлагању, и њихови усвојени параметри одлагања (висина и дубина одлагања).

Табела 2.2.8.

Систем	Багер	Могућа висина/дубина одлагања, m	Пројектована дубина/висина етаже, m
VI БТО	A2RsB 3000	17/15	1
V БТО	A2RsB 2000	25/20	35 (20+15)
IV БТО	A2RsB 7200	25/20	35 (20+15)
III БТО	A2RsB 7200	25/20	35 (20+15)
II БТО	A2RsB 5500	18/15	30 (15+15)
I БТО	A2RsB 3500	17/15	30 (15+15)
Σ		200	167

На основу овако пројектованих параметара основне опреме на одлагалишту геометријском анализом је одређен просторни положај сваке етаже одлагалишта. Положај етажа по висини се мења у правцу напредовања етажа на одлагању који иде од југа ка северу, што диктира положај подине угљеног слоја. Ове промене су релативно мале и мање су од дозвољеног попречног нагиба под којим је одлагачима дозвољен рад.

Максималне висине етажа и количине откривке по етажама са процентуаним учешћем у укупним количинама приказани су у Табели 2.2.9.

Табела 2.2.9.

Етажа број	Висина етаже – максимално, m	Запремина одлагалишта ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	Учешће, %
ЕО 5.	38	559,8	29
ЕО 4.	35	458,8	24
ЕО 3.	38	407,8	21
ЕО 2.	33	322,8	17
ЕО 1.	25	130,4	7
	52*	58,8	3
Σ		1938,4	100
* Јавља се на малом простору уз западну границу копа од 2028-2035 године.			

3. ТЕХНИЧКИ ОПИС СИСТЕМА ЗАШТИТЕ ПОВРШИНСКОГ КОПА И ОДЛАГАЛИШТА ОД ВОДА

Заштита површинског копа „Дрмно“ од прилива подземних и површинских вода спроводи се са два независна система одводњавања: системом заштите од подземних вода и системом заштите од површинских вода.

3.1. Заштита површинског копа од површинских вода

За заштиту копа „Дрмно“ од површинских и истеклих подземних вода из косина етажа, примењују се стандардни објекти заштите: етажни канали, водосабирници, пумпне станице и потисни цевоводи.

Унутар површинског копа, на најнижој коти тренутног откопа (око + 22 m) лоциран је главни водосабирник VS-1 који представља реципијент за све површинске воде и подземне воде истекле из косина етажа и воде прикупљене интервентним водосабирницима, и до њега спроведене мрежом канала (Слика 3.1.1.). Водосабирници су димензионисани за приливе површинских вода педесетогодишњег повратног периода.



Слика 3.1.1. Изглед водосабирника VS-1

На водосабирнику VS-1 постављене су на понтону две центрифугалне пумпе снаге мотора од по 315 kW, којима се преко потисног цевовода пречника 300 mm, дужине око 1200 m испумпава вода у одводни цевовод бараже LC-VIII* и даље магистралним цевоводом GOL-1 гравитационо одводи у канал расхладне воде ТЕ Дрмно.

На етажним равнима ископани су канали и њима се вода усмерава до главног водосабирника VS-1 или до интервентних водосабирника, одакле се муљним пумпама препумпава у главни водосабирник. У западном делу копа због велике заводњености кровинских пескова, на етажној равни раде се интервентни водосабирници и на њима су инсталиране муљне пумпе од 10 kW.

Истицање подземних вода јавља се из косина етажа у западном, југоисточном и североисточном делу површинског копа, из песковитих и шљунковито-песковитих слојева.

Количине вода које се препумпавају у VS-1 и оне које се испумпају из њега ван контуре копа прате се преко часова рада пумпи познатог капацитета.

Због нерешеног одвода воде из бараже ŠLA, лоциране на источној страни копа, испумпана вода из бунара се пушта у водосабирник VS-2 (у подножју источне завршне косине), одакле се препумпава и каналима одводи углавни водосабирник VS-1.

На основу расположивих података у Табели 3.1.1. приказани су водосабирници и ангажована опрема.

Табела 3.1.1.

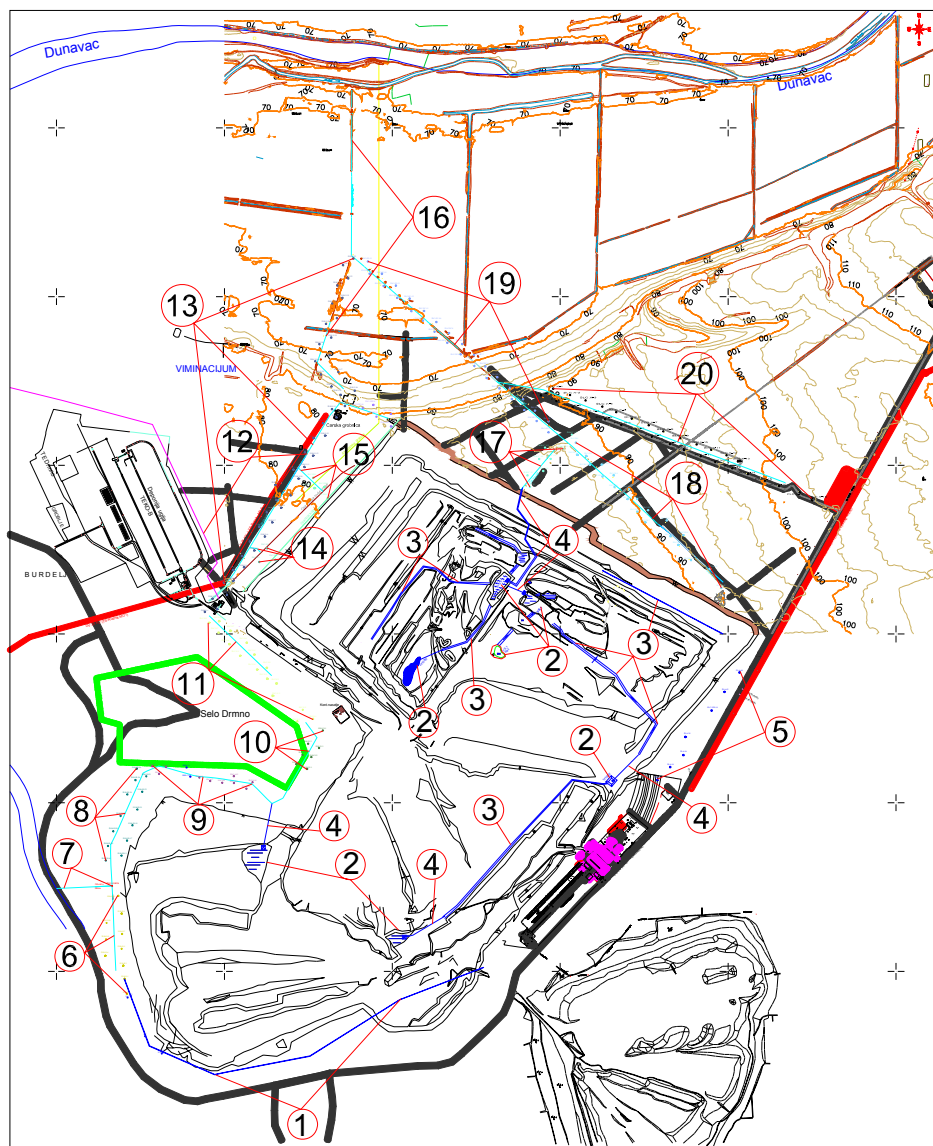
Водосабирник	VS -1		VS -2	VS -3	Интервентни водосабирници				
Ознака пумпе	BPV8 3/1	BPV8 3/2	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	MUP 80-100
Снага мотор пумпе (kW)	315	315	10	10	10	10	10	7.5	3

Постојеће стање система заштите површинског копа „Дрмно“ од вода приказано је на Прилогу 1.

3.2. Заштита површинског копа од подземних вода

Систем заштите од подземних вода на површинском копу „Дрмно“ је комбинованог типа, односно састоји се из дренажних бунара, водонепропусног екрана, етажних канала, водосабирника и пумпних станица. Основу чине бараже бунара које су постављене по контурама експлоатационог поља. На југу је урађен водонепропусни екран у дужини од око 2625 m.

Бунари дренажују све водоносне хоризонте у повлати III угљеног слоја са задатком обарања нивоа подземних вода, тако да висина процуривања воде буде максимално 1 m од повлате угља у профилу откопавања. Бунари су постављени по групама линија А, В и С (Слика 3.2.1. и Прилог 1.).



Слика 3.2.1. Постојеће стање система заштите од подземних вода

- | | |
|---|--|
| 1 - водонепропусни екран | 2 - водосабираонице са пумпним станицама |
| 3 - етажни канали | 4 - потисни цевоводи |
| 5 - баража бунара ŠLA | 6 - баража бунара LB-II са одводном линијом OLB-II |
| 7 - преливна пумпна станица на Млави | 8 - баража бунара LB-III са одводном линијом OLB-III |
| 9 - баража бунара LC-4 са одводном линијом OLC-4 | 10 - баража бунара LB-IV са одводном линијом OLB-IV |
| 11 - баража бунара LC-V са одводном линијом OLC-V | 12 - главна одводна линија GOL-1 |
| 13 - баража бунара LB-V са одводном линијом OLB-V | 14 - баража бунара LC-VI са одводном линијом OLC-VI |
| 15 - баража бунара LC-VII са одводном линијом OLC-VII | 16 - главна одводна линија GOL-2 |
| 17 - баража бунара LB-V" | 18 - баража бунара LC-IX са одводном линијом OLC-IX |
| 19 - баража бунара LC-IX' са одводном линијом OLC-IX' | 20 - баража бунара LC-X са одводном линијом OLC-X |

Баража А се налази на југоистоку (ŠLA), бараже В су лоциране на западу и северозападу (LB-II, LB-III, LB-IV, LB-V i LB-V"), док су бараже С лоциране на североистоку (LC-IV, LC-V, LC-VI, LC-VII, LC-VIII', LC-IX, LC-IX' i LC-X). Бараже

бунара А и В су по ободу површинског копа и сталне су, док су бараже С управне на правац напредовања фронта радова и привременог су карактера.

Бараже бунара се састоје из једне или две линије. Растојање између баража С линија износи око 500 m, док растојања између две линије у баражи бунара износи око 50 m. Бунари у линији су удаљени један од другог од 70 до 150 m. Дубине бунара се крећу од 32 до 145 m, у зависности од локације. Дубине расту идући према северозападу. Сви бунари су рађени као савршени, до дубине од 10 m у III угљеном слоју. Испумпавање воде из бунара се врши дубинским потапајућим пумпама преко потисних цевовода до магистралног цевовода, одакле гравитационо отиче до реке Млаве на западу и према северозападу до канала расхладне воде ТЕ Дрмно.

Испумпана вода се из бунара и водосабирника (лоцираних у радном подручју површинског копа) транспортује алуминијумским и челичним цевима до уливних шахти уграђених на одводним цевима пречника од 500 до 2000 mm (у зависности од броја бунара и издашности бунара у баражи) постављених између две линије бунара, на растојању од 25 m од линије бунара. Свака шахта прихвата воду из 3-6 бунара на баражи, а у шахте се убацује и вода испумпана из водосабирника у копу (Слика 3.2.2.).

На местима прелаза са мањег на већи пречник цеви, хоризонталних скретања траса цевовода, спајања два цевовода као и каскадних прелаза траса цевовода (насип-усек) постављене су шахте пречника 1500 и 2000 mm. Такође дуж трасе цевовода постављене су ревизионе шахте за исталоживање суспендованог материјала из воде (Слика 3.2.3.).



Слика 3.2.2. Сабирна шахта



Слика 3.2.3. Ревизиона шахта на одводној линији OLB-III

Испумпане воде из система заштите површинског копа „Дрмно“ од подземних и површинских вода одводе се ван подручја површинског копа, стационарним магистралним одводним линијама до реке Млаве и до рукавца Дунава-Дунавца.

У реку Млаву се испумпане воде испуштају на два места: западно од експлоатационог поља преко главне одводне линије GOL-1 и југозападно од експлоатационог поља, цевоводом поред преливне пумпне станице.

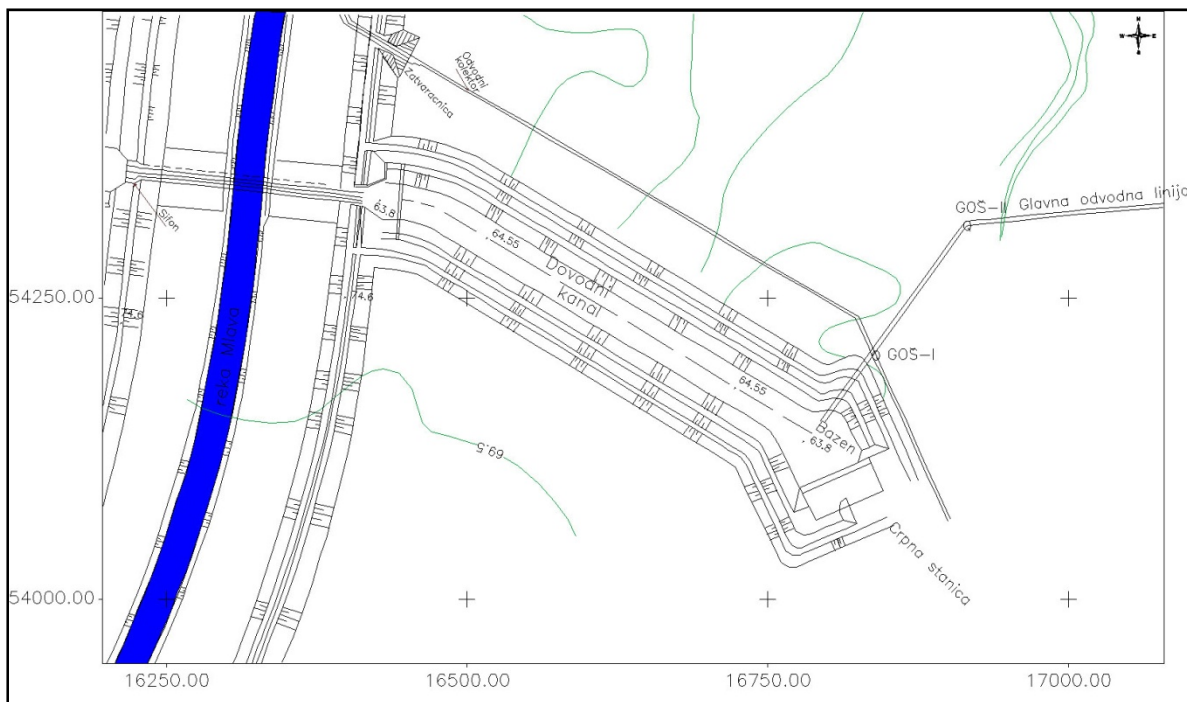
На првом уливном пункту вода се не испушта директно у Млаву већ се из главне одводне линије GOL-1 уводи у канал-базен расхладне воде термоелектране Дрмно.

Главном одводном линијом GOL-1 се одводи вода гравитационо прикупљена из баража бунара, следећим одводним линијама: OLC-VIII', OLC-VII, OLC-VI OLC-V, OLB-V" и OLB-V, као и површинске воде испумпане из подручја радне фигуре копа.

Систем главне одводне линије GOL-1 чине два цевовода пречника 1000 и 1200 mm са падом од 0,5%, којим се доводи испумпана вода преко шахте GOŠ-1 до базена. Максимална количина воде која се може пропустити кроз GOL-1 је 2 m³/s. На Слици 3.2.4. је приказано место одвода испумпаних вода из површинског копа „Дрмно“ у ретенциони базен расхладне воде ТЕ Дрмно.

На другом уливном пункту у реку Млаву, испуштале су се испумпане воде из баража изграђених дуж југозападне стране површинског копа „Дрмно“ (бараже LB-II, LB-III, LC4, LB-IV). Вода се одводила према Млави са два паралелна цевовода пречника 1200 mm све до преливне пумпне станице. Од преливне пумпне станице цеви се спајају на један заједнички цевовод пречника 1400 mm који је монтиран све до форланда речног корита (Слике 3.2.5. и 3.2.6.). Цевоводи пречника 1200 mm су од полиестерских цеви (нису за употребу јер су добрим делом пропале), док је цевовод пречника 1400 mm од челичних шавних цеви.

Вода се магистралним цевоводом спроводи до реке Млаве гравитационо све док је водостај Млаве на котиод 70,7 m. Када ниво Млаве порасте изнад ове коте, вода измагистралног цевовода се затварањем вентила усмерава ка водосабирнику изграђеном близу преливне пумпне станице.



Слика 3.2.4. Улив линије GOL-1 у ретенциони базен расхладне воде ТЕ Дрмно



Слика 3.2.5. Изглед разделног резервоара са доводним (2*1200 mm) и одводним цевоводом Ø 1400 mm



Слика 3.2.6. Преливна пумпна станица и одводни челични цевовод Ø 1400 mm

На пумпној станици су инсталиране две пумпе снаге мотора од по 90 kW и капацитета од по 750 l/s. Активирањем пумпи на преливној пумпној станици, вода се под притиском одводи у реку Млаву.

Од места испуста воде (завршетка челичног цевовода пречника 1400 mm) па до улива у корито реке, изграђена је изливна грађевина коју чини бетонирани канал трапезног попречног пресека. Кроз ову изливну грађевину у реку Млаву се евакуише испумпана вода у количини од 180 l/s.

Одводна линијаŠLAурађена на источној страни површинског копа „Дрмно“ већ дужи низ година није у функцији. Док се цевовод не доведе у пројектовано стање тренутно се испумпане воде из бунара одводе у водосабирник VS-1 на дну копа.

У Дунавац се одводном линијом GOL-2 цевима пречника 1500 mm испумпана вода из баража LC-IXи LB-Vдоводи до десне обале Дунавца и преко изливне бетонске грађевине улива у Дунавац. Дужина цеви је око 1,08 km. Линија GOL-2 је пројектована за протицаје од 1100 l/s. Напредовањем површинског копа према северу и изградњом нових баража бунара, одводни цевовод (GOL-2) служиће као сабирни цевовод за све испумпане воде. На Слици 3.2.7. је приказано уливно место GOL-2 у Дунавац.

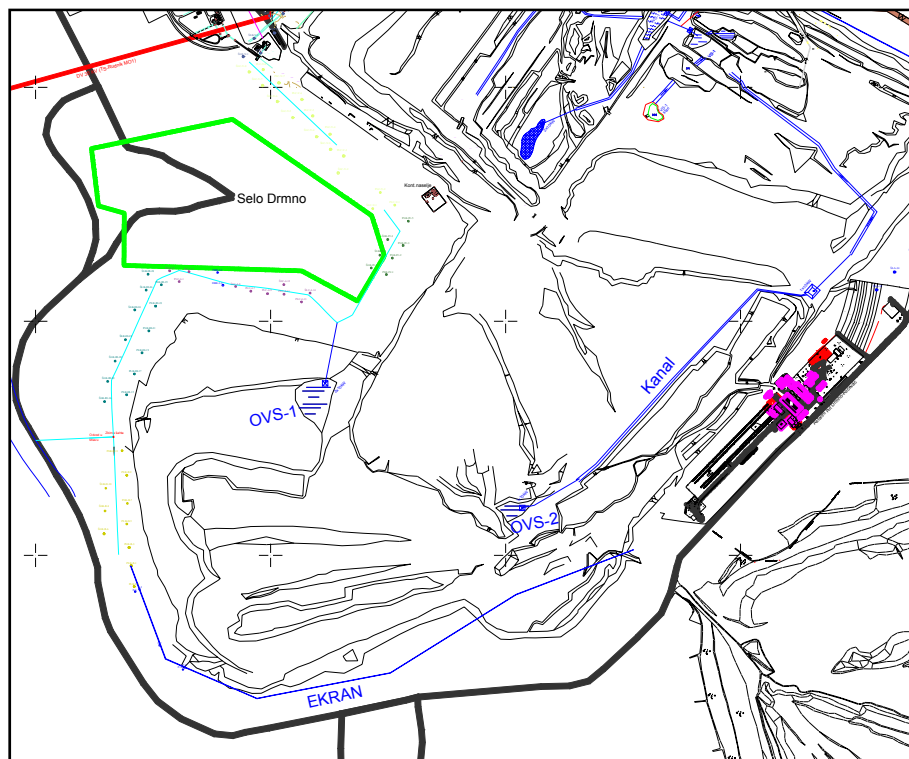
Магистралне одводне линије израђене су од полиетиленских, полиестерских и челичних цеви различитих пречника и са одређеним бројем уливних шахти. Укупна дужина магистралних цевовода износи 18550 m.



Слика 3.2.7. Место улива одводне линије GOL-2 у Душавац

3.3. Заштита одлагалишта од површинских вода

Заштита унутрашњег одлагалишта површинског копа „Дрмно“ од површинских вода спроводи се етажним каналима, водосабирницима и пумпним постројењима (Слика 3.3.1.). Такође, у циљу заштите унутрашњег одлагалишта од површинских вода, етажне површи се израђују са падом како би се што мање воде задржавало на њима.



Слика 3.3.1. Локација објекта за заштиту унутрашњег одлагалишта од вода

Вода од атмосферских падавина се прикупља у водосабирницима-акумулацијама OVS-1 на југозападу унутрашњег одлагалишта и у OVS-2 на југу одлагалишта. Вода из OVS-1 се муљном пумпом снаге 10 kW преко потисног ценовода препумпава до шахте на одводном ценоводу OLC-4, док се вода из OVS-2 препумпава муљном пумпом снаге 10 kW

до канала, одакле вода стиже у водосабирник VS-2 на истоку површинског копа, а одатле каналом у главни водосабирник VS-1 на дну површинског копа.

3.4. Заштита одлагалишта од подземних вода

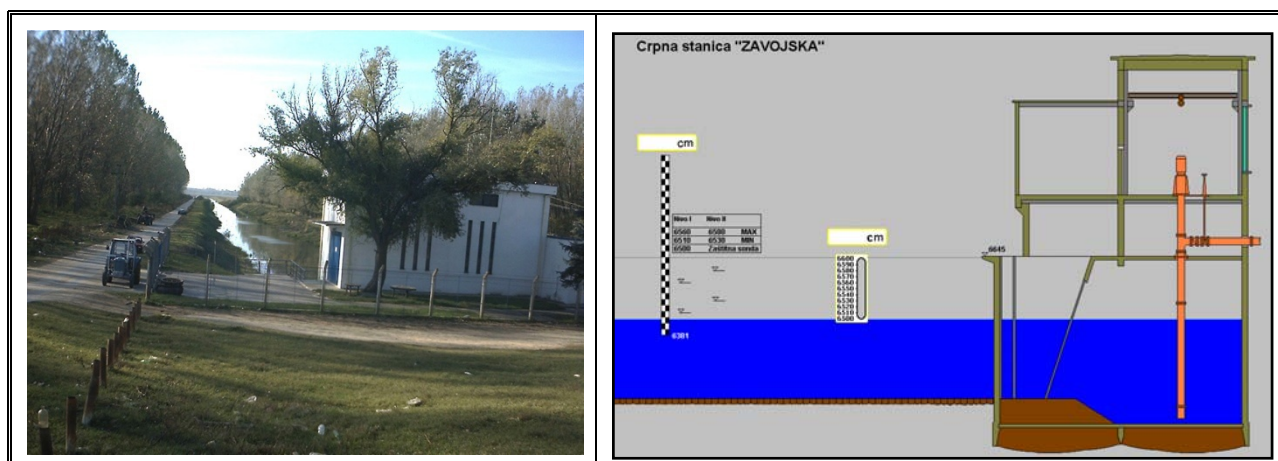
Предвиђено је да бунари баража LB-II и LB-III на југозападу, екран на југу и југоистоку и бунари бараже ŠLA на истоку спрече прилив подземних вода у контуру унутрашњег одлагалишта (Слика 3.3.1.).

Бунари у баражама LB-II и LB-III и већи број бунара на баражи ŠLA, чији је задатак да спрече прилив воде из алувијалних наслага реке Млаве у одложене масе на унутрашњем одлагалишту, нису активирани и услед прилива подземних вода висина заводњености одложених маса у простору унутрашњег одлагалишта се повећава.

Екран је ширине 0,6 m и дубине од 12 до 30 m, са уклињењем од 1 до 1,5 m у водонепропусни слој. Урађен је на удаљењу од 40 до 200 m од завршних косина површинског копа. Ефекти израђеног екрана на спречавању прилива подземних вода у радно подручје копа, потврђени су у претходном периоду осматрањима на пијезометрима лоцираним са обе стране екрана, када је регистрована разлика у нивоима подземних вода од 3,91 до 11,29 m. Ефекти екрана у спречавању прилива подземних вода испољавају се једино у спрези са радом бунара на баражама ŠLA и LB-II, израђеним у продужетку екрана.

3.5. Приказ дренажног система у приобаљу Дунава

У приобаљу Дунава, на Доњем Костолачком острву, за заштиту терена од високих нивоа подземних вода након изградње ХЕ Ђердап, урађен је систем дренажних канала са црпним станицама Речица и Завојска. Ниво воде у доводном каналу црпне станице Завојска је на котама 65,1 до 65,6 m (Слика 3.5.1.) а на црпној станици Речица 66,4 m.



Слика 3.5.1. Црпна станица Завојска са доводним каналом и опсег снижења нивоа воде у доводном каналу

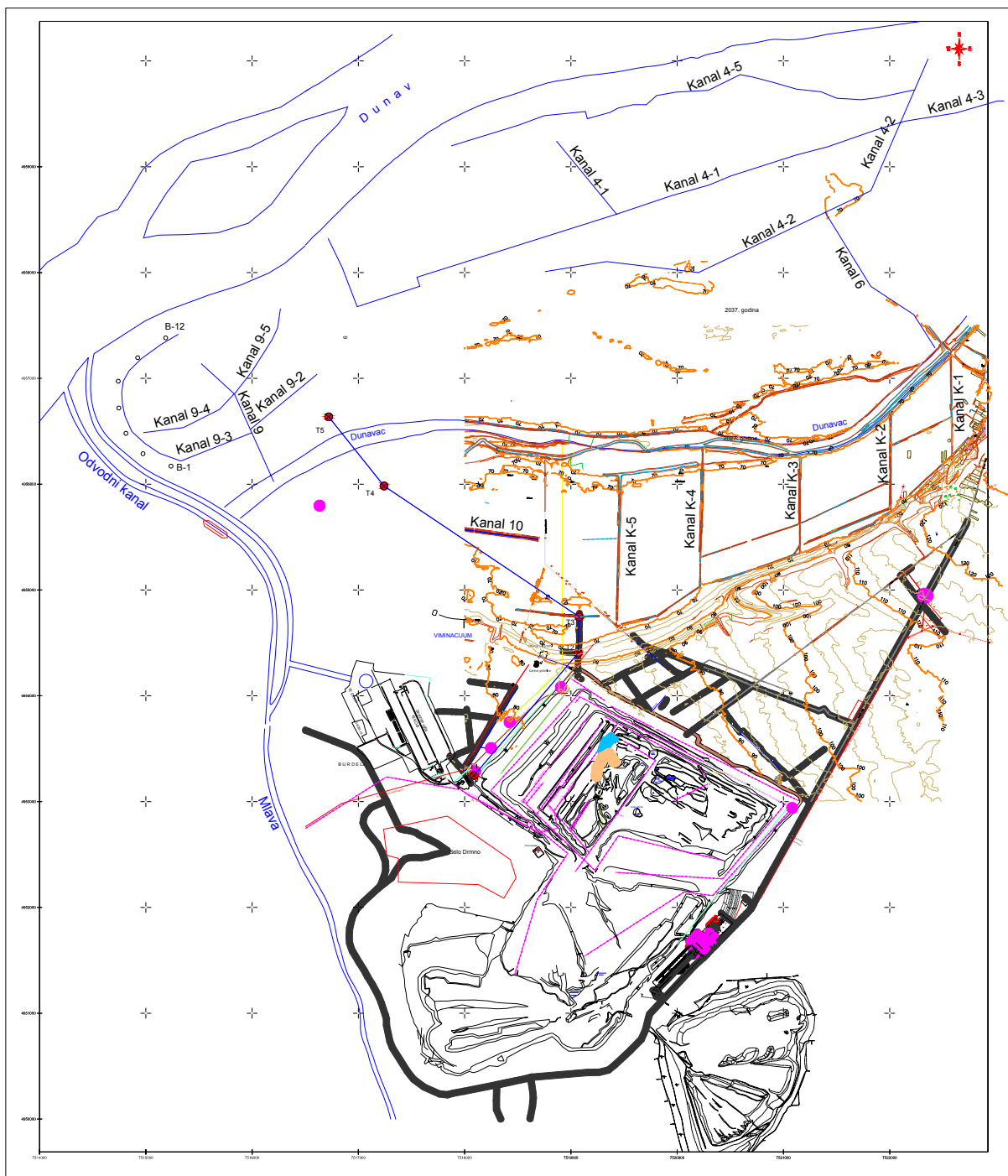
Црпна станица Завојска ради са нижим радним нивоима у доводном каналу у односу на Речицу и нивои се одржавају аутоматски у границама кота. Капацитет црпне станице Завојска ($2 \times 2,35 \text{ m}^3/\text{s}$) је довољан за евакуацију воде из система дренажних канала а црпне станице Речица 1 и 2 се укључују само по потреби. На дренажним каналима у приобаљу Дунава осматрање водостаја се не врши, а у доводним каналима црпних станица Речица и Завојска већ дужи низ година континуирано се региструје ниво воде помоћу лимниграфа. Помоћу електромагнетних протокомера на пумпним станицама мери се протицај испумпаних вода (тренутни и кумулативни).

Цео дренажни систем у приобаљу Дунава је под ингеренцијом ХЕ Ђердап. На Слици 3.5.2. приказан је положај канала у приобаљу Дунава и црпних станица. Сви подаци о раду система се сливају у јединствену базу података где се од стране стручних служби врши анализа и интерпретација података.

На речном току Млаве ниво воде се мери на водомерној летви на мосту на Старом Костолцу. Мерења врши служба ХЕ Ђердап и ниво реке Млаве се региструје на сваких 15 дана.

Раније је постојала и водомерна летва на мосту код Рукумије и осматрања нивоа је вршио ХМЗС. Такође на месту улива испумпаних вода у реку Млаву, била је уграђена водомерна летва на којој се од стране службе мониторинга привредног друштва Георад свакодневно мерио водостај Млаве. Водомерна летва на том месту је поново постављена средином 2006. године и свакодневно се региструје водостај Млаве.

Такође на месту испуста испумпаних вода из површинског копа „Дрмно“ из GOL-2 линије у Дунавац је постављена водомерна летва и на њој се свакодневно врши осматрање нивоа воде у Дунавцу.



Слика 3.5.2. Положај канала у приобаљу Дунава

На најближој мерној станици постављеној код Рама, близу ушћа реке Нере у Дунав и опремљеној лимниграфом, ниво Дунава се већ дужи низ година континуирано осматра од стране ХМЗС.

4. АНАЛИЗА И ОЦЕНА ЕФЕКТА РАДА СИСТЕМА ОДВОДЊАВАЊА НА ПОВРШИНСКОМ КОПУ И ОДЛАГАЛИШТУ

4.1. Анализа и оцена рада система одводњавања површинских вода

Изработом етажних канала вода од атмосферских падавина, као и вода из косина сеприкупља и спроводи доинтервентних водосабирника или главног водосабирника VS-1 на дну копа. Углавном једна пумпа BPV 8-3 на главном водосабирнику ради, док је друга у резерви. Просечно током једног месеца ова пумпа испумпа око 305.000 m³ воде. Изосталих водосабирника се препумпа просечно 280.000 m³ воде месечно.

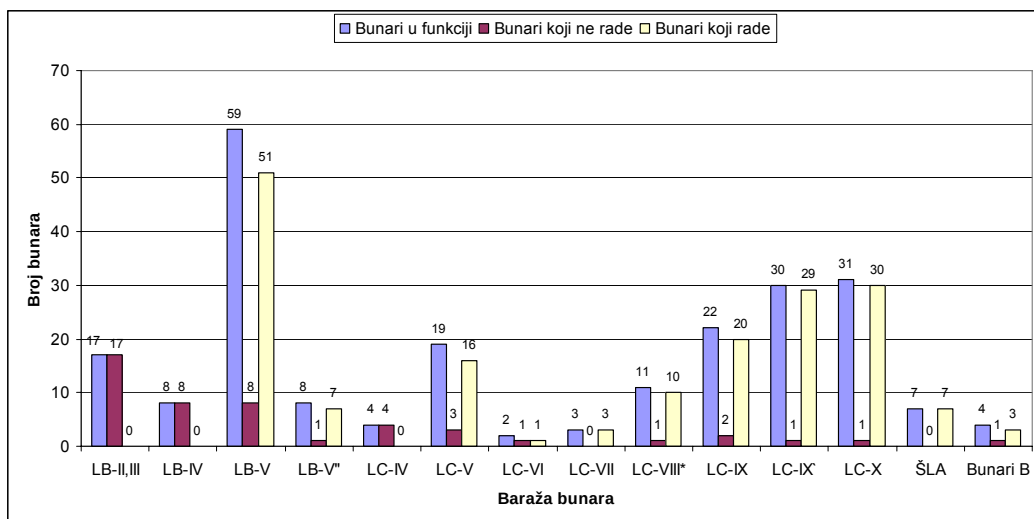
До сада је систем за заштиту површинског копа „Дрмно“ од површинских вода функционисао добро.

4.2. Анализа и оцена рада система одводњавања подземних вода

У Табели 4.2.1. приказан је број бунара који раде и не раде и испумпане воде током септембра 2007. године. На Слици 4.2.1. је приказан дијаграм броја бунара који раде и нераде по баражама за септембар 2007. године, док је на Слици 4.2.3. приказан дијаграм количина испумпаних вода по баражама бунара за месец септембар 2007. године.

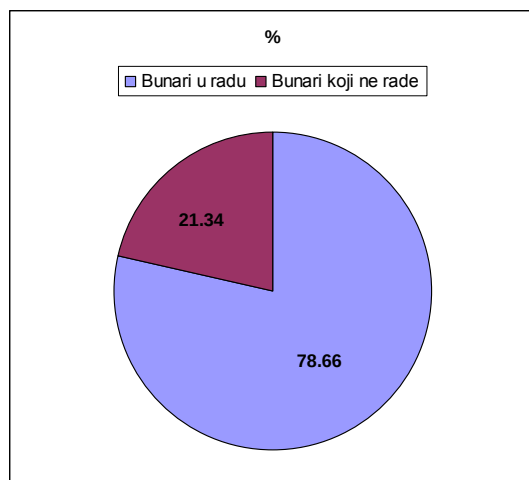
Табела 4.2.1.

Линија бунара	Бунари у функцији	Бунари који не раде	Бунари који раде	% бунара у раду	Количина Испумпане воде
LB-II,III	17	17	0	0.00	0.00
LB-IV	8	8	0	0.00	0.00
LB-V	59	8	51	86.44	387037.9
LB-V"	8	1	7	87.50	31752.14
LC-IV	4	4	0	0.00	0.00
LC-V	19	3	16	84.21	161587.39
LC-VI	2	1	1	50.00	4842.68
LC-VII	3	0	3	100.00	9697.64
LC-VIII*	11	1	10	90.91	46026.36
LC-IX	22	2	20	90.91	45173.5
LC-IX'	30	1	29	96.67	356492.78
LC-X	31	1	30	96.77	203191.22
ŠLA	7	0	7	100.00	45008.62
Бунари В	4	1	3	75.00	58437.53
УКУПНО	225	48	177	78.66	1349247.76



Слика 4.2.1. Дијаграм бунара у раду по баражама за месец септембар 2007. године

Као што се може видети из Табеле 4.2.1. укупан број бунара износи 225, од чега не ради 48. Укупно ради 177 бунара што износи 78,66% (Слика 4.2.2.).



Слика 4.2.2. Дијаграм бунара у раду (%) за месец септембар 2007. године

Слика 4.2.3. Дијаграм количине испумпаних вода током септембра 2007. године по баражама

Мерења нивоа подземних вода и остварени капацитети бунара за септембар 2007. године приказани су у Табелама 4.2.2. до 4.2.11.

Табела 4.2.2

Р.б.	Бунар	21.09.2007.			Р.б.	Бунар	21.09.2007.		
		Q(l/s)	Стање	Кота NPV			Q(l/s)	Стање	Кота NPV
1	PLC-4-1	0	10,25	60,98	13	PLB-IV-1	0	30,19	48,80
2	PLC-4-7	0	13,17	57,59	14	PLB-IV-2	0	32,85	46,02
3	PLC-4-9	0	13,97	57,44	15	PLB-IV-3	0	35,32	43,69
4	PLC-4-11	0	14,83	56,48	16	PLB-IV-4	/	/	/
5	PLC-4-13	/	/	/	17	PLB-IV-5	0	41,66	37,16

6	ŠLC-4-2	0	9,87	60,91	18	ŠLB-IV-1	0	29,33	49,16
7	ŠLC-4-4	0	11,10	59,92	19	ŠLB-IV-2	0	30,82	47,80
8	DBB-3-1	0	12,53	58,53	20	ŠLB-IV-3	0	34,93	44,22
9	DBB-3-2'	0	12,55	58,00					
10	ŠLC-4-8	0	12,73	58,31					
11	ŠLC-4-12	0	14,51	56,81					
12	ŠLC-4-14	0	16,39	54,95					

Табела 4.2.3.

Р.б.	Бунар	20.9.2007.			25.9.2007.			
		Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)
1	P-1/ŠLA	/	25,82	69,16	/	25,8	69,18	/
2	P-2/ŠLA/1	/	26,21	69,98	/	26,15	70,04	/
3	P-2/ŠLA/2	/	25,6	70,76	/	25,58	70,78	/
4	P-3/ŠLA/1	/	28,18	69,28	/	28,17	69,29	/
5	P-3/ŠLA/2	/	28,23	69,23	/	28,2	69,26	/
6	P-4/ŠLA/1	/	30,7	68,37	/	30,62	68,45	/
7	P-4/ŠLA/2	/	29,92	69,30	/	29,9	69,32	/
8	P-6/ŠLA	/	32,34	69,20	/	32,32	69,22	/
9	P-7/ŠLA	/	34,54	68,05	/	34,55	68,04	/
10	P-9/ŠLA/1	/	36,15	68,25	/	36,14	68,26	/
11	P-9/ŠLA/2	/	35,12	69,28	/	35,1	69,30	/
12	P-97ŠLA	/	35,3	69,22	/	35,28	69,24	/
13	P-11/ŠLA	/	36,68	69,37	/	36,6	69,45	/
14	P-12/ŠLA	/	36,42	69,23	/	/	/	/
15	P-13/ŠLA	/	36,89	70,48	/	/	/	/
16	ŠLA-44	0,17	28,68	65,44	0,31	28,64	65,48	0,39
17	ŠLA-42	0,29	27,26	65,06	0,29	27,6	64,72	0,34
18	PLC-VIII-14	3,5	27,5	64,49	3,32	27,45	64,54	3,68
19	ŠLA-38	0	26,65	65,97	0	26,33	66,29	0,5
20	ŠLA-36	7,92	27,4	64,73	7,81	27,54	64,59	7,46
21	ŠLA-34	3,46	25,32	65,20	3,94	25,23	65,29	3,9
22	ŠLA-32	0	25,8	63,08	1,2	25,75	63,13	1,5
23	ŠLA-30	0	21,52	65,51	0	21,53	65,50	/
24	*Nd-309/1	/	26,82	59,53	/	26,85	59,50	/
25	Nd-309/2	/	20,18	66,20	/	20,05	66,33	/
26	ŠLA-28	0	19,95	66,07	0	19,94	66,08	/
27	M0-314/1	/	14,8	70,59	/	14,62	70,77	/
28	M0-314/2	/	19,16	66,37	/	19,13	66,40	/
29	ŠLA-24	0	18,71	66,82	0	18,64	66,89	/
30	ŠLA-22	0	16,8	67,45	0	16,7	67,55	/
31	ŠLA-14	/	12,92	69,97	/	12,8	70,09	/
32	ŠLA-06	/	10,7	69,95	/	9,78	70,87	/
33	DB-1	/	10,02	69,82	/	9,84	70,00	/
34	ŠLA-05	/	7,28	71,05	/	7,3	71,03	/

Табела 4.2.4.

Р.б.	Бунар	17.09.2007.			24/26.09.2007.			
		Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)
1	PLC-VIII' M	0,59	46,2	14,27	1,55	40,89	19,580	0,8
2	ŠLC-VIII'-2	/	/	/	/	/	/	/
3	PLC-VIII'-2	1,77	47,84	11,53	1,74	42,29	17,080	1,02
4	PLC-VIII'-3	/	/	/	/	48,35	12,370	/
5	ŠLC-VIII'-4	/	/	/	/	/	/	/
6	PLC-VIII'-4	/	/	/	/	54,15	7,880	/
7	ŠLC-VIII'-5	/	/	/	/	/	/	/
8	PLC-VIII'-5	1,19	38,96	21,92	1,06	37,76	23,300	0,94
9	ŠLC-VIII'-6	/	/	/	/	/	/	/
10	PLC-VIII'-6	4,83	45,95	14,46	4,73	47,18	13,230	5,2
11	ŠLC-VIII'-7	/	/	/	/	/	/	/
12	PLC-VIII'-7	/	/	/	/	/	/	/
13	ŠLC-VIII'-8	0	48,11	34,03	/	47,7	34,440	0

14	PLC-VIII'-8	0,96	/	/	0,86	/	/	0,82
15	ŠLC-VIII'-9	0	43,54	34,36	/	54,3	23,600	2,06
16	PLC-VIII'-9	4,57	73,64	9,18	3,9	72,24	10,580	4,14
17	PLC-VIII' MO	3,6	65,5	15,32	3,89	68,21	12,610	3,85
18	ŠLB-V''-8	0	/	/	0	/	/	0
19	ŠLB-V''-9	3,29	55,5	31,58	0	56,53	30,550	0
20	PLB-V''-9	0,71	63,2	23,12	0,52	/	/	0
21	MN-230	/	55,7	30,84	/	55,7	30,840	/
22	ŠLB-V''-10	0,81	73,89	13,11	1,08	58,25	28,750	0
23	PLB-V''-10	1,4	58,92	29,18	0,9	55,62	32,480	0
24	MV-225	/	54,17	34,90	/	54,24	34,830	/
25	ŠLB-V''-11	0,95	64,39	24,33	0,85	64,2	24,520	0,93
26	PLB-V''-11	1	71,98	16,53	1	72,3	16,210	0,92
27	ŠLB-V''-12	3,72	/	/	4,57	/	/	3,93
28	PLB-V''-12	1,16	/71,8	16,86	1,04	71,75	16,910	0,99

Табела 4.2.5.

Р.б.	Бунар	17.09.2007.			27.09.2007.			
		Q(l/s)	Стање	Кота nrv	Q(l/s)	Стање	Кота nrv	Q(l/s)
1	ŠLB-V-V	7,66	68,55	9,38	7,66	69,87	8,06	7,76
2	P-9/06	/	49,42	28,69	/	51,23	26,88	/
3	ŠLB-V-2	/	/	/	2	/	/	0,11
4	ŠLB V 2/07	0,71	73,5	4,51	1,36	89,35	-11,34	1,23
5	PLB-V-2	2,09	64,02	14,77	2,25	51,51	27,28	2,92
6	PLB V 2/07	0,5	66,14	12,03	0,78	66,28	11,89	0,74
7	ŠLB-V-3	2,33	89,12	-10,73	2,76	96,02	-17,63	2,67
8	PLB-V-3'	4,5	65,81	12,70	4,28	64,92	13,59	4,12
9	PLB V 3/07	0,51	65,91	12,60	0,89	65,3	13,21	0,94
10	B3-254	/	54,19	23,52	/	53,92	23,79	/
11	ŠLB-V-4	0	51,88	26,67	0	51,69	26,86	0
12	ŠLB-V-4'	0	47,9	30,64	0	47,5	31,04	0
13	PLB-V-4	0	46,17	32,52	0	45,72	32,97	0
14	PLB V 4/07	1	/	/	1,11	57,35	21,34	0,56
15	BA-251	/	34,89	43,28	/	35,49	42,68	/
16	ŠLB-V-5	/	49,13	29,58	0	49,26	29,45	0
17	ŠLB-V-5'	1,46	51,78	27,33	1,11	51,37	27,74	1,43
18	PLB-V-5	0	51,8	27,15	0	49,66	29,29	0
19	PLB V 5/07	0	68,66	10,51	0,36	74,47	4,70	0,48
20	ŠLB V 6/07	0,64	89,7	-10,91	2,86	54,51	24,28	0,47
21	B3 -244/1	/	42,18	35,73	/	42,63	35,28	/
22	ŠLB-V-6	0	47,37	31,35	0	47,3	31,42	0
23	PLB-V-6	2,99	/	/	2,8	/	/	3,13
24	PLB V 6/07	1,57	66,88	12,82	1,51	63,7	16,00	1,36
25	ŠLB-V-7	0	50,01	28,89	0	49	29,90	0
26	ŠLB V 7/07	0,18	63,95	15,60	0,32	57,29	22,26	0,22
27	PLB V 7/07	0,66	69,13	11,19	0,77	68,68	11,64	0,81
28	PLB-V-7'	0,94	58,42	21,77	0,79	56,62	23,57	0,72
29	Kr-240/1	/	52,84	27,18	/	52,97	27,05	/
30	ŠLB-V-8	0,64	/	/	0,46	/	/	0,76
31	PLB-V-8	2,2	70,67	9,43	1,94	70,12	9,98	2,27
32	PLB V 8/07	0,95	72,45	8,34	0,98	71,21	9,58	1,01
33	ŠLB-V-9	0	52,03	28,26	0	54,27	26,02	0
34	PLB-V-9	1,04	82,86	-2,69	1,03	70,75	9,42	0,63
35	PLB V 9/07	0,48	86,85	-6,11	0,6	87,53	-6,79	0,72
36	ŠLB-V-10	0	80,8	0,20	1,56	87,42	-6,42	1,92
37	PLB-V-10	2	85,62	-4,90	1,93	81,27	-0,55	1,84
38	PLBV 10/07	0,47	72,76	8,25	0,31	72,15	8,86	0,38
39	ŠLB-V-11'	4,38	89,39	-7,43	4,67	90,2	-8,24	4,28
40	LF-233	/	70,64	10,63	/	68,7	12,57	/
41	PLB-V-11	0,1	61,05	19,99	0,06	58,25	22,79	0
42	PLBV 11/07	0,4	68,53	12,23	0,3	67,9	12,86	0,36
43	LB-232	/	59,68	21,63	/	62,08	19,23	/
44	ŠLB-V-12	0,74	64,48	16,87	0,69	61,85	19,50	0,67
45	PLB-V-12	1,52	85,79	-4,60	1,45	91,85	-10,66	2,33

46	PLBV 12/07	0,65	76,2	4,71	0,57	78,51	2,40	0,73
47	ŠLB-V-13	4	93,46	-12,09	4	94,02	-12,65	3,76
48	PLB-V-13	1,16	77,75	4,01	2,16	71,38	10,38	2,12
49	PLBV 13/07	1,05	92,15	-10,53	1,1	80,01	1,61	0,99
50	ŠLB-V-14	2,93	70,98	10,59	2,22	76,46	5,11	2,35
51	PLB-V-14	2,05	79,7	1,80	1,87	73,68	7,82	1,95
52	ŠLB-V-15	2,6	82,22	-0,20	2,62	74,95	7,07	2,63
53	PLB-V-15	0,83	67,73	14,07	0,79	61,96	19,84	1,06
54	ŠLB-V-16	2,11	/	/	3,08	/	/	3,19
55	PLB-V-16	2,69	62,75	12,23	2,09	45,15	29,83	0
56	ŠLB-V-17	1,56	40,69	38,36	1,47	40,15	38,90	1,5
57	PLB-V-17	11,65	/	/	11,6	71,35	-0,32	12,82
58	ŠLB-V-18	2,81	40,85	35,10	2,91	39,75	36,20	2,97
59	PLB-V-18	1,56	31,24	40,10	1,5	31,2	40,14	1,46
60	ŠLB-V-19	0	30,2	41,55	0	30,28	41,47	0
61	PLB-V-19	3,85	29,88	39,97	3,81	29,23	40,62	3,77
62	ŠLB-V-20	4,39	25,83	43,49	3,89	24,25	45,07	4,37
63	PLB-V-20	11,27	35,17	35,33	11,5	34,24	36,26	11,31
64	ŠLB-V-21	6,53	29,63	40,13	6,22	29,25	40,51	5,89
65	PLB-V-21	13,85	38,41	31,53	14,68	36,4	33,54	15,27
66	ŠLB-V-22	4,12	29,78	40,71	4,13	29,25	41,24	3,98
67	PLB-V-22	7,02	21,28	48,54	6,76	18,65	51,17	6,94
68	ŠLB-V-23	7,02	15,3	54,72	7,37	15,22	54,80	7,29
69	PLB-V-23	10,7	25,73	43,70	9,7	12,82	56,61	0
70	SLB-V-24	14,81	27,6	42,08	12,64	15,8	53,88	12,97

Табела 4.2.6.

Р.б.	Бунар	18.09.2007.				26.09.2007.		
		Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)
1	ŠLC-V-0	3,04	48,7	31,1	2,56	47,65	32,15	3,31
2	ŠLC-V-1	1,89	47,75	30,68	3,24	47,39	31,04	2,76
3	ŠLC-V-1/07	1,78	45,22	33,48	0	65,48	13,22	1,77
4	PLC-V-1	2,59	48,82	29,92	2,59	48,69	30,05	2,29
5	ŠLC-V-2	3,27	58,61	20,22	3,68	58,41	20,42	3,54
6	PLC-V-2/07	1,77	55,43	23,37	1,69	55,7	23,1	1,59
7	PLC-V-2	3,7	49,28	29,81	3,56	49,67	29,42	3,51
8	ŠLC-V-3	2,07	53,09	25,4	2,17	52,87	25,62	2,32
9	PLC-V-3	4,08	58,4	20,46	5,18	58,31	20,55	5,26
10	ŠLC-V-4	4,2	57,04	21,74	4,22	57,05	21,73	3,74
11	PLC-V-4/07	3,2	63,7	14,8	3,3	64,03	14,47	2,87
12	PLC-V-4	0	48,12	30,86	0	48,2	30,78	0
13	ŠLC-V-5'	4,46	51,78	25,9	4,25	51,7	25,98	3,98
14	PLC-V-5	0,94	47,52	31,11	0,94	47,61	31,02	0,92
15	P- 21/06	/	41,18	38	/	41,39	37,79	
16	ŠLC-V-6	7,44	/	77,59	7,31	/	/	6,55
17	PLC-V-6'	1,04	54,92	23,94	2,26	54,6	24,26	1,07
18	ŠLC-V-7'	0	/	/	0	/	/	4,95
19	PLC-V-7	0,48	41,32	36,57	0,53	43,9	33,99	0,94
20	ŠLC-V-8	4,37	67,73	9,89	4,08	67,72	9,9	4,26
21	PLC-V-8	5,67	68,02	9,7	/	68,08	9,64	5,57

Табела 4.2.7.

Р.б.	Бунар	19.09.2007.				24.09.2007.		
		Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)
1	ŠLC-IX-1	0,61	70,44	18,75	0,9	72,92	16,270	0,7
2	PLC-IX-1	0,62	60,08	28,63	0,62	60,89	27,820	0,72
3	ŠLC-IX-2	1,42	63,5	25,37	1,33	63,58	25,290	1,35
4	PLC-IX-2	1,43	65,39	23,35	1,48	68,52	20,220	1,54
5	Mli-232	/	35,69	52,65	/	35,39	52,950	/
6	ŠLC-IX-3	1,9	60,53	28,50	1,95	61,04	27,990	1,88
7	PLC-IX-3	0,18	51,06	37,71	0,07	50,8	37,970	0,02
8	ŠLC-IX-4	0,4	/	/	0,1	/	/	0,37
9	PLC-IX-4	0,2	49,31	39,96	0,32	53,1	36,170	0,38
10	ŠLC-IX-5	0,86	50,35	40,57	0,99	50,25	40,670	0,99

11	ND-235	/	43,98	46,68	/	43,98	46,680	/
12	PLC-IX-5	0,19	47,1	42,54	0,25	46,88	42,760	0,16
13	P-17/05	/	40,48	47,00	/	/	/	/
14	ŠLC-IX-6	1,85	57,4	33,47	2,04	57,4	33,470	1,96
15	PLC-IX-6	1,22	/	/	1,55	/	/	1
16	ŠLC-IX-7	0	43,09	48,28	0	43,21	48,160	0
17	PLC-IX-7	0,04	39,92	50,82	0,11	40,3	50,440	0,04
18	ŠLC-IX-8	2,66	43,46	49,07	2,45	36,67	55,860	0
19	NO-245	/	34,28	59,82	/	34,27	59,830	/
20	PLC-IX-8	0	34,85	57,63	0	34,83	57,650	0
21	ŠLC-IX-9	0,36	37,53	56,20	0,42	37,95	55,780	0,44
22	PLC-IX-9	0,07	33,07	58,98	0,15	33,08	58,970	0,15
23	PLC-IX-10	0,19	33,17	58,94	0,2	32,74	59,370	0,18
24	PLC-IX-11	0,08	29,83	63,82	0,13	29,9	63,750	0,02
25	PLC-IX-12	0,89	29,12	64,39	1,03	29,1	64,410	1
26	PLC-IX-13	1,2	29,87	63,11	1,2	29,89	63,090	1,2
27	PLC-IX-14	2,69	31,55	63,98	1,36	31,55	63,980	1,35

Табела 4.2.8.

Р.б.	Бунар	17.9.2007.			26.09.2007.			
		Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)
1	ŠLC-VI-1	0	/	/	0	52,12	/	0
2	PLC-VI-1	0	65,5	13,85	1,35	62,75	16,6	1,49
3	ŠLC-VI-2	0	42,48	36,89	0	42,55	36,82	0
4	PLC-VI-2	/	/	/	/	/	/	/
5	ŠLC-VI-3	/	/	/	/	/	/	/
6	ŠLC-VII-1	/	64,3	16,7	0	61,05	19,95	/
7	PLC-VII-1	1,74	81,79	-2,59	2,02	78,81	0,39	2,09
8	ŠLC-VII-2	0,11	77,54	1,8	1,75	58,22	21,12	0,36
9	PLC-VII-2	1,31	59,73	21,03	1,73	66,02	14,74	1,82
10	ŠLC-VII-3	/	/	/	/	/	/	/

Табела 4.2.9.

Р.б.	Бунар	19.09.2007.				24.09.2007.			
		Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)	
1	ŠLC-IX'-1	3,33	/	/	3,03	/	/	3,09	
2	PLC-IX'-1	0,16	65,53	23,51	0,1	65,6	23,44	0,11	
3	ŠLC-IX'-2	1,66	62,39	27,42	0,29	67,35	22,46	1,14	
4	PLC-IX'-2	0,24	60,47	27,83	0	60,64	27,66	0	
5	ŠLC-IX'-3	5,15	77,44	11,59	5,49	77,31	11,72	5,43	
6	PLC-IX'-3	3,35	82,85	6,32	3,31	82,9	6,27	3,42	
7	ŠLC-IX'-4	2,55	50,69	29,23	2,52	50,87	29,05	2,3	
8	MO-207	/	57,45	19,43	/	57,08	19,8	/	
9	PLC-IX'-4	5,29	72,09	15,25	4,76	72,58	14,76	5,18	
10	ŠLC-IX'-5	2,3	58,83	17,65	1,63	59,85	16,63	1,66	
11	PLC-IX'-5	6,32	76,7	2,05	6,16	/	/	6,59	
12	ŠLC-IX'-6	5,75	78,03	-5,19	5,76	77,88	-5,04	5,63	
13	MH-202	/	49,77	20,39	/	51,1	19,06	/	
14	PLC-IX'-6	4,78	71,97	4,59	4,61	72,66	3,9	5,71	
15	ŠLC-IX'-7	1,78	/	/	1,71	/	/	1,72	
16	PLC-IX'-7	0	67,24	4,36	3,27	73,8	-2,2	3,77	
17	ŠLC-IX'-8	3,85	/	/	4,63	/	/	4,14	
18	PLC-IX'-8	2,16	/	/	2,23	/	/	2,24	
19	ŠLC-IX'-9	1,19	25,94	43,81	1,21	27,77	41,98	1,54	
20	PLC-IX'-9	0	/	/	0	/	/	0	
21	ŠLC-IX'-10	6,49	57,88	12,69	7,46	57,77	12,8	7,49	
22	PLC-IX'-10	5,71	55,9	14,14	5,83	56,1	13,94	6,04	
23	ŠLC-IX'-11	1,93	31,11	39,52	3,12	30,59	40,04	3,28	
24	PLC-IX'-11	6,04	/	/	0	/	/	0	
25	ŠLC-IX'-12	7,99	38,97	30,34	10,12	37,08	32,23	9,96	
26	LA -188	/	34,28	35,23	/	32,61	36,9	/	
27	PLC-IX'-12	4,62	27	43,59	3,99	26,9	43,69	3,94	
28	ŠLC-IX'-13	0	17,43	51,822	0	17,3	51,952	0	

29	PLC-IX'-13	14,14	30,02	39,74	13,44	30	39,76	12,82
30	SLC-IX'-14	4,99	27,26	42,87	4,52	27	43,13	4,25
31	PLC-IX'-14	14,88	35,04	34,79	14,04	34,66	35,17	16,45
32	SLC-IX'-15	9,94	28,07	41,119	11,31	27,8	41,389	11,29
33	PLC-IX'-15	10,02	29,97	39,93	9,05	29,7	40,2	10,06
34	B-6	16,1	43,75	25,55	16,28	42,4	26,9	16,86
35	P-6/1	/	36,33	33,41	/	36,8	32,94	/
36	P-6/2	/	13,23	55,88	/	13,22	55,89	/

Табела 4.2.10.

Р.б.	Бунар	21.09.2007.			Р.б.	Бунар	21.09.2007.		
		Стање	Кота NPV	Q(l/s)			Стање	Кота NPV	Q(l/s)
1	PLB-II-0	2,92	69,18	0	14	PLB-III-13	4,7	66,66	0
2	SLB-II-2	3,22	69,18	0	15	SLB-III-16	5,8	65,94	0
3	PLB-II-1	2,82	69,25	0	16	PLB-III-15	6,23	66,14	0
4	SLB-II-4	2,86	69,12	0	17	SLB-III-18	6,49	65,38	0
5	PLB-II-3	3,8	68,45	0	18	PLB-III-17	0	/	0
6	SLB-II-6	3,31	69,23	0	19	SLB-III-20	7,29	64,70	0
7	SLB-II-6"	3,45	68,55	0	20	PLB-III-19	7,71	63,75	0
8	PLB-II-5	3,12	68,79	0	21	SLB-III-22	7,96	63,76	0
9	SLB-II-8	2,11	68,42	0	22	PLB-III-21	8,97	62,63	0
10	PLB-II-7	3,47	68,41	0	23	SLB-III-24	9,02	62,78	0
11	SLB-II-10	3,21	67,74	0	24	PLB-III-23	9,85	62,21	0
12	PLB-II-9	3,94	67,77	0	25	PLB-III-25	9,61	61,41	0
13	PLB-II-11	4,88	67,69	0	26	SLB-III-28	9,94	61,36	0

Како не раде читаве бараже бунара (LB-II, LB-III, LB-IV i LC-IV), долази се дозакључка да себлаговремено не врши замена пумпи у бунарима или се бунари неспособљавају на време.

Велики број пијезометара у засипу бунара је запушен, тако даније могуће мерити постигнута снижења. Истислучај је и са осматрачким пијезометрима.

Код великог броја бунара због дужине експлоатације дошло је до смањења капацитетабунара, који нијезадовољавајући ни после извршене регенерације бунара. Код одређеногброја бунара долази до веомабрзог смањења капацитета пумпе (после 5 до 6 месеци рада)или прегоревана, услед исталожавањажућкасте пихтијасте масе око усиса пумпе.Нанеким пумпама је по вађењу из бунара констатованоприсуство карбонатног исиликатног талога.

Табела 4.2.11.

Р.б.	Бунар	20.9.2007.				25.09.2007.		
		Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)	Стање	Кота NPV	Q(l/s)
1	?-Δ/1	/	34,2	48,94	/	34,38	48,76	/
2	PLC-X-1	0	50,38	40,19	0	50,48	40,09	0
3	?-Δ/9	/	53,57	36,88	/	53,89	36,56	/
4	SLC-X-1	3,79	57,45	33,17	5,29	57,57	33,05	5,12
5	PLC-X-2	4,2	67,25	23,17	5,2	67,7	22,72	5,15
6	SLC-X-2	2,96	62,72	28,07	4,31	63,15	27,64	5,81
7	PLC-X-3	3,01	78,76	12,22	3,05	78,48	12,50	3,3
8	SLC-X-3	2,96	72,46	18,81	4,04	70,94	20,33	3,44
9	PLC-X-4	1,63	/	/	3,08	/	/	3,13
10	SLC-X-4	2,73	78,4	13,18	2,88	78,13	13,45	2,94
11	?-Δ/5	/	62,86	28,63	/	63,17	28,32	/
12	PLC-X-5	2	73,42	18,38	1,76	74,41	17,39	1,87
13	B-2	5,38	72,47	19,24	5,39	72,34	19,37	5,39
14	P-2/05	/	57,65	34,45	/	57,7	34,40	/

15	ŠLC-X-5	3,36	71,28	20,59	3,51	71,41	20,46	3,6
16	?-Δ/2	/	53,71	39,10	/	53,82	38,99	/
17	?-Δ/6	/	55,12	37,01	/	55,25	36,88	/
18	PLC-X-6	2,87	67,2	25,58	3,15	68,15	24,63	3,45
19	ŠLC-X-6	2,64	60,68	31,97	4,31	61,3	31,35	4,9
20	PLC-X-7	2,27	55,5	37,86	3,46	55,91	37,45	4,09
21	ŠLC-X-7	2,52	55,29	37,51	4,67	55,62	37,18	5,71
22	PLC-X-8	1,78	46,61	47,48	2,5	46,83	47,26	2,73
23	ŠLC-X-8	1,58	48,1	46,37	4,32	48,48	45,99	5,81
24	PLC-X-9	3,82	54,39	40,09	3,46	54,46	40,02	3,52
25	ŠLC-X-9	3,97	48,9	46,46	5,05	49,31	46,05	4,63
26	PLC-X-10	0,76	42,28	53,48	1,64	42,4	53,36	1,78
27	?-Δ/3	/	34,79	61,80	/	34,88	61,71	/
28	ŠLC-X-10	3,42	45,95	50,16	3,58	45,99	50,12	3,77
29	?-Δ/7	/	34,98	61,29	/	35,1	61,17	/
30	PLC-X-11	2,62	48,45	47,81	2,55	48,64	47,62	2,71
31	?-Δ/11/1	/	31,37	64,60	/	31,38	64,59	/
32	?-Δ/11/2	/	31,24	64,74	/	31,26	64,72	/
33	ŠLC-X-11	1,89	40,67	56,56	4,69	41,7	55,53	6,61
34	PLC-X-12	2,62	37,2	60,93	2,69	37,31	60,82	2,88
35	B-1	2,78	34,26	63,36	0,92	34,41	63,21	1,45
36	P-1/06	/	34,33	63,90	/	34,37	63,86	/
37	ŠLC-X-12	1,53	36,16	61,28	2,48	36,13	61,31	2,88
38	PLC-X-13	1,8	39,82	59,06	2,09	39,79	59,09	2,3
39	ŠLC-X-13	1,79	34,85	64,01	0	34,85	64,01	0
40	?-Δ/8	/	34,72	63,64	/	34,41	63,95	/
41	PLC-X-14	0,44	34,64	65,00	0,77	34,64	65,00	0,42
42	PLC-X-15	0,38	33,89	66,70	0,62	33,98	66,61	0,74
43	PLC-X-16	0,55	34,42	67,07	0,79	34,46	67,03	0,86
44	PLC-X-17	0,44	34,54	67,89	0,4	34,67	67,76	0,71
45	PLC-X-18	1,38	35,62	67,66	1,6	35,93	67,35	1,81
46	?-Δ/12/1	/	34,45	68,47	/	34,48	68,44	/
47	?-Δ/12/2	/	35,04	68,03	/	35,05	68,02	/
48	?-Δ/4	/	35,28	67,65	/	35,2	67,73	/

Одвођење вода из бараже бунара ŠLA на југоисточном ободу површинског копа „Дрмно“спроводи се уводосабирник VS-2 који се налази на југоисточној страни површинскогкопа у делу где напредује унутрашњеодрлагалиште. Из поменутог водосабирника пумпомсе преко потисног цевовода вода спроводи прекосистема канала и водосабирника доглавног водосабирника, одакле се пумпама преко потисних цевоводапрепумпава до шахтеи гравитационог цевовода OLC-VIII’.

Улога бунара је у спречавању дотицаја подземнихвода према контури копа. Јединична издашност бунарана површинском копу „Дрмно“ је удијапазону од 0,5 до 15 l/s што указује на хидрогеолошке срединеразличите издашности.Просечна годишња количина подземних вода која се испумпава системом дренажнихбунара износи око $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Према осматрањима нивоа воде у пијезометрима као ивисини заводњености северне и источне косине,може се закључити да су радомдренажних бунара у одређеним зонама копа постигнути потребни ефекти наснижењунивоа подземних вода (до кровине угљеног слоја). Као последица снижења нивоаподземнихвода у источном делу површинског копа је смањена издашност бунара и изексплоатације су искљученипоједини водозахватни објекти. У подручју старије речнетерасе Млаве и лесне терасе хидрогеолошки колекторису практично издренирани.

Највећа снижења пијезометарских нивоа кровинске издани (око 47 m) постигнуто је у северозападном делу копа, северозападно од села Дрмно, где се ниво одржава око кота 20 до 35 m. Распростирање радијуса депресионог левка услед рада дренажних бунара, обухвата релативно мали простор у односу на пространство издани. Према западу, депресиона линија је врло стрма због великог утицаја реке Млаве која одржава ниво воде око коте 70 m.

У нижим етажним равнима у западном делу површинског копа „Дрмно“ израђеним у песковитим наслагама, ниво подземне воде није снижен до кровине угља јер бунари на баражама LC-VI и LC-VIII нису скраћивани на иласком фронту радних етажа и поново активирани, већ је већина бунара у баражи ликвидирана. Такође и због неактивирања свих бунара у ободној баражи LB-V одвија се струјање подземних вода према етажним равнима на западној страни копа и заводњеност косина етажа је од 0,5 до 1,5 m.

Бунари у баражама LB-II и LB-III и већи број бунара на баражи ŠLA, чији је задатак да спрече прилив воде из алuviјалних наслага реке Млаве у одложене масе на унутрашњем одлагалишту, нису активирани и услед прилива подземних вода висина заводњености одложених маса у простору унутрашњег одлагалишта се повећава. Такође, вода око унутрашњег одлагалишта већ је избила на површину терена и на појединим местима се акумулирала (Слика 4.2.4.).



Слика 4.2.4. Акумулација подземне воде око унутрашњег одлагалишта

За спречавање дотока подземних вода у контуру површинског копа, дуж јужне и југоисточне границе експлоатационог поља, урађен је током 1984. године екран дужине око 2625 m, ширине 0,6 m и дубине од 12 до 30 m, са уклињењем од 1 до 1,5 m уводне непропусне слој. Екран је урађен на удаљењу од 40 до 200 m од завршних косина површинског копа. Ефекти израђеног екрана на спречавању прилива подземних вода у радно подручје копа, потврђени су у претходном периоду осматрањима на пијезометрима лоцираним са обе стране екрана, када је регистрована разлика у нивоима подземних вода од 3,91 до 11,29 m. Ефекти екрана у спречавању прилива подземних вода испољавају се једино у спрези са радом бунара на баражама ŠLA и LB-II, израђеним у продужетку екрана.

Током 2005. године компанија „Геоаqua“ је извршила снимања бунара баража LB-II, LB-III и LC-IVTV сондом, док је 2007. године компанија „Гео инжењеринг БГП“ извршила грајферовање тих бунара. Исте године компанија „Георад“ извршила је и тестирања бунара предметних баража.

Компанија „Георад“ је крајем 2007. године урадила б хидрогеолошко-геомеханичких бушотина у телу унутрашњег одлагалишта на површинском копу „Дрмно“ и кроз резултате хидрогеолошког мониторинга за 2 месеца и геомеханичка лабораторијска испитивања на узетим узорцима одложених маса направила Извештај.

У Табели 4.2.12. су дате координате и коте бунара бараже LB-II, док су у Табели 4.2.13. приказани статички нивои подземних вода у бунарима бараже LB-II, капацитет пумпи и постигнуте депресије приликом тестирања бунара.

На основу извршених тестирања и године израде бунара ове бараже, може се закључити да је бунара у исправном стању, и то: PLB-II-5, PLB-II-7, PLB-II-9, PLB-II-11, ŠLB-II-6 и ŠLB-II-8.

У Табели 4.2.14. су дате координате и коте бунара бараже LB-III, док су у Табели 4.2.15. приказани статички нивои подземних вода у бунарима бараже LB-III, капацитет пумпи и постигнуте депресије приликом тестирања бунара.

Табела 4.2.12.

Р.бр.	Бунар	Z	X	Y
1	PLB-II-0	71.61	4950838.00	7517470.74
2	PLB-II-1	71.42	4950973.88	7517393.08
3	PLB-II-3	71.65	4951048.24	7517383.03
4	PLB-II-5	71.54	4951146.86	7517378.61
5	PLB-II-7	71.30	4951232.60	7517374.56
6	PLB-II-9	71.31	4951357.61	7517378.53
7	PLB-II-11	71.33	4951399.76	7517302.47
8	ŠLB-II-2'	71.60	4950915.44	7517303.12
9	ŠLB-II-4	71.81	4951005.11	7517293.29
10	ŠLB-II-6	71.82	4951100.09	7517305.05
11	ŠLB-II-8	69.77	4951198.49	7517303.72
12	ŠLB-II-10	70.85	4951299.17	7517301.41

Табела 4.2.13.

Р.бр.	Бунар	NPV-0 (m)	Снижење (m)								
			t ₁ min	Q ₁ l/s	S-1	t ₂ min	Q ₂ l/s	S-2	t ₃ min	Q ₃ l/s	S-3
1	PLB-II-0	68.93	121	1.04	6.11	120	1.88	11.10	361	2.96	17.36
2	PLB-II-1	68.89	121	0.83	0.79	120	1.97	3.29	1442	3.15	7.24
3	PLB-II-3	67.53	440	5.43	0.46	/	/	/	/	/	/
4	PLB-II-5	68.41	120	7.43	0.74	120	14.41	1.65	361	24.01	3.21
5	PLB-II-7	68.60	120	3.20	0.43	120	8.07	1.24	1440	12.41	1.96
6	PLB-II-9	67.33	120	7.37	0.65	120	14.69	1.42	1440	24.11	2.65

7	PLB-II-11	67.30	120	4.37	0.41	118	6.28	0.91	340	13.16	2.48
8	ŠLB-II-2'	68.28	121	3.08	8.55	121	6.38	26.15	240	7.82	33.11
9	ŠLB-II-4	68.08	120	7.83	0.67	120	15.87	9.70	1442	23.50	24.69
10	ŠLB-II-6	68.77	120	8.17	0.71	120	16.43	1.74	360	26.24	3.42
11	ŠLB-II-8	68.76	119	7.99	0.56	120	15.93	1.30	360	24.29	4.30
12	ŠLB-II-10	67.36	119	7.99	1.06	120	15.93	3.54	360	24.29	20.96

Табела 4.2.14.

Р.бр.	Бунар	Z	X	Y
1	PLB-III-13	70.91	4951564.30	7517356.97
2	PLB-III-15	71.22	4951701.15	7517380.75
3	PLB-III-17	71.18	4951787.56	7517412.49
4	PLB-III-19	71.08	4951879.96	7517445.01
5	PLB-III-21	71.18	4951973.42	7517477.13
6	PLB-III-23	71.31	4952072.70	7517505.63
7	PLB-III-25	70.51	4951169.97	7517528.58
8	ŠLB-III-12	70.67	4951399.76	7517302.47
9	ŠLB-III-14	71.11	4951488.23	7517302.60
10	ŠLB-III-16	71.38	4951645.73	7517277.27
11	ŠLB-III-22	71.18	4951933.45	7517387.82
12	ŠLB-III-24	71.13	4952058.98	7517416.65
13	ŠLB-III-26	70.91	4952140.74	7517463.97
14	ŠLB-III-28	70.93	4952209.39	7517473.13

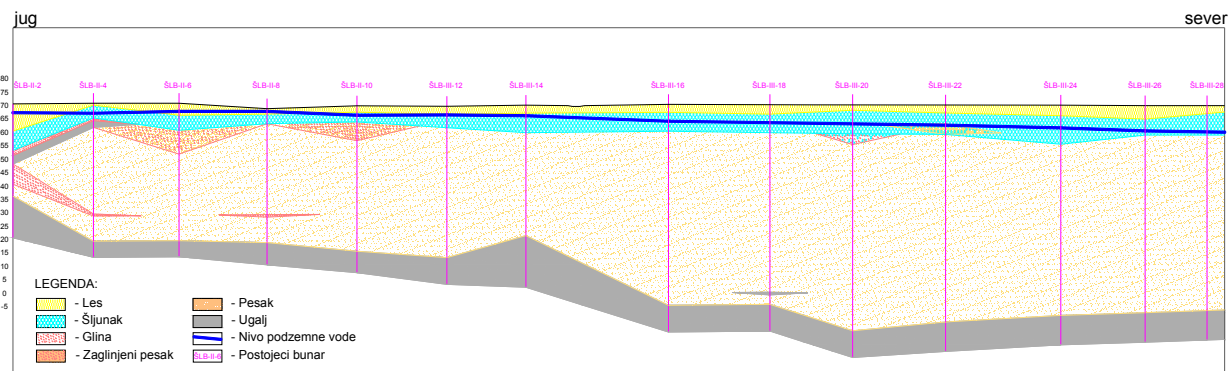
На основу извршених тестирања и године израде бунара ове бараже, може се закључити да је 5 бунара у исправном стању, и то: PLB-III-13, PLB-III-19, ŠLB-III-12, PLB-III-22 и ŠLB-III-24.

На Сликама 4.2.5. и 4.2.6. су приказани подужни профили полинијама бунара ŠLB-II и ŠLB-III, PLB-II и PLB-III, као и ниво подземних вода мерени током ових тестирања бунара.

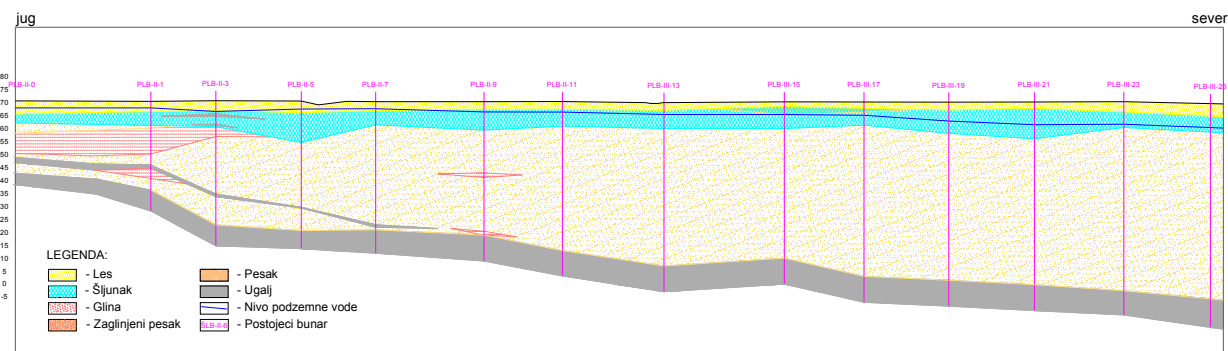
Табела 4.2.15.

Р.бр.	Бунар	NPV-0 (m)	Снижење (m)								
			t ₁ min	Q ₁ l/s	S-1	t ₂ min	Q ₂ l/s	S-2	t ₃ min	Q ₃ l/s	S-3
1	PLB-III-13	66.37	120	6.40	0.92	120	13.86	2.22	358	21.64	9.91
2	PLB-III-15	66.36	120	4.67	1.66	121	9.40	8.02	240	13.52	25.99
3	PLB-III-17	66.02	119	4.91	2.27	120	7.15	11.16	180	13.22	42.59
4	PLB-III-19	63.83	120	8.22	1.20	121	16.60	2.74	240	23.65	12.22
5	PLB-III-21	62.36	121	3.3	2.56	120	4.96	6.86	179	7.41	26.44
6	PLB-III-23	62.60	120	2.57	12.21	120	5.06	27.61	48	7.74	40.57
7	PLB-III-25	61.29	120	2.78	1.38	119	5.52	35.15	122	6.56	35.82
8	ŠLB-III-12	67.46	120	4.82	0.76	120	12.05	2.61	238	19.81	17.71
9	ŠLB-III-14	67.17	119	7.82	1.35	121	16.13	3.46	477	24.12	18.44
10	ŠLB-III-16	65.10	121	8.00	1.73	120	15.05	9.72	200	24.00	28.90
11	ŠLB-III-22	63.65	120	3.12	0.37	120	7.71	1.13	240	14.95	25.88
12	ŠLB-III-24	62.65	121	6.37	1.06	119	12.62	3.79	209	15.64	26.52

13	ŠLB-III-26	61.58	120	2.32	0.45	120	6.89	11.39	240	8.07	22.31
14	ŠLB-III-28	61.12	120	3.04	2.72	120	5.04	7.97	180	8.07	21.86



Слика 4.2.5. Подужни профил по линији бунара ŠLB-II и ŠLB-III



Слика 4.2.6. Подужни профил по линији бунара PLB-II и PLB-III

У Табели 4.2.16. су дате координате и коте бунара бараже LC-4, док су у Табели 4.2.17. приказани статички нивои подземних вода у бунарима бараже LC-4, капацитет пумпи и постигнуте депресије приликом тестирања бунара.

Табела 4.2.16.

Р.бр.	Бунар	Z	X	Y	Р.бр.	Бунар	Z	X	Y
1	PLC-4-1'	70.58	4952187.83	7517597.74	11	ŠLC-4-14	70.79	4952127.54	7518159.74
2	DBB-2-1	70.50	4952176.37	7517684.65	12	DB-67	71.27	4952078.66	7518186.97
3	DBB-3-2'	70.32	4952153.67	7517794.18	13	DB-68	73.21	4952064.81	7518259.90
4	PLC-4-7	70.34	4952138.63	7517908.51	14	DB-69	77.79	4952114.25	7518314.71
5	PLC-4-9	70.65	4952125.41	7517981.07	15	DB-70	76.16	4952036.00	7518346.00
6	PLC-4-11	70.85	4952123.86	7518052.39	16	DB-71	78.38	4952100.00	7518396.00
7	PLC-4-13	70.68	4952088.63	7518126.08	17	DB-72	78.71	4952138.29	7518445.66
8	DBB-3-1	70.71	4952207.96	7517771.58	18	DB-73	78.79	4952085.00	7518552.00
9	ŠLC-4-8	70.09	4952149.52	7517845.82	19	ŠLB-IV-1	77.99	4952235.93	7518424.68
10	ŠLC-4-10	71.27	4952214.15	7517960.97					

Табела 4.2.17.

Р.бр.	Бунар	NPV-0 (m)	Снижење (m)								
			t ₁ min	Q ₁ l/s	S-1	t ₂ min	Q ₂ l/s	S-2	t ₃ min	Q ₃ l/s	S-3
1	PLC-4-1'	60.41	120	2.86	11.17	120	4.86	20.43	300	9.64	43.07
2	DBB-2-1	59.60	121	2.80	2.42	119	6.21	6.24	240	16.52	20.61
3	DBB-3-2'	58.22	120	3.45	9.96	120	4.52	13.06	121	11.43	36.35
4	PLC-4-7	57.18	120	3.04	8.80	120	5.04	16.53	180	8.07	28.13
5	PLC-4-9	57.08	119	3.06	2.49	120	5.15	7.09	240	8.69	15.89
6	PLC-4-11	56.19	120	3.09	3.42	120	5.21	6.23	360	10.97	14.60
7	PLC-4-13	55.33	120	2.92	2.19	120	5.29	4.07	360	11.14	9.77
8	DBB-3-1	58.14	120	4.18	4.46	120	10.28	12.40	240	14.47	21.38
9	ŠLC-4-8	58.03	120	2.43	1.97	120	5.99	13.38	180	7.37	20.25
10	ŠLC-4-10	57.43	120	3.05	4.02	120	5.03	7.87	240	10.71	19.63
11	ŠLC-4-14	54.02	120	2.84	2.46	120	5.21	4.82	360	10.99	11.49
12	DB-67	54.25	120	2.72	1.24	120	4.63	2.28	360	11.04	6.69
13	DB-68	52.92	119	2.88	1.00	120	4.92	1.90	301	11.20	5.13
14	DB-69	51.88	120	2.88	2.07	120	4.92	2.65	301	11.20	7.68
15	DB-70	50.91	121	3.02	1.36	120	4.98	2.59	299	11.14	4.68
16	DB-71	50.66	119	2.17	1.12	120	6.08	3.48	360	9.20	6.11
17	DB-72	49.34	120	3.16	1.49	120	5.29	2.72	34	12.45	6.55
18	DB-73	48.66	120	2.80	2.37	120	5.57	5.81	360	12.72	21.94
19	ŠLB-IV-1	48.37	120	3.43	2.49	120	6.34	5.16	240	9.09	9.82

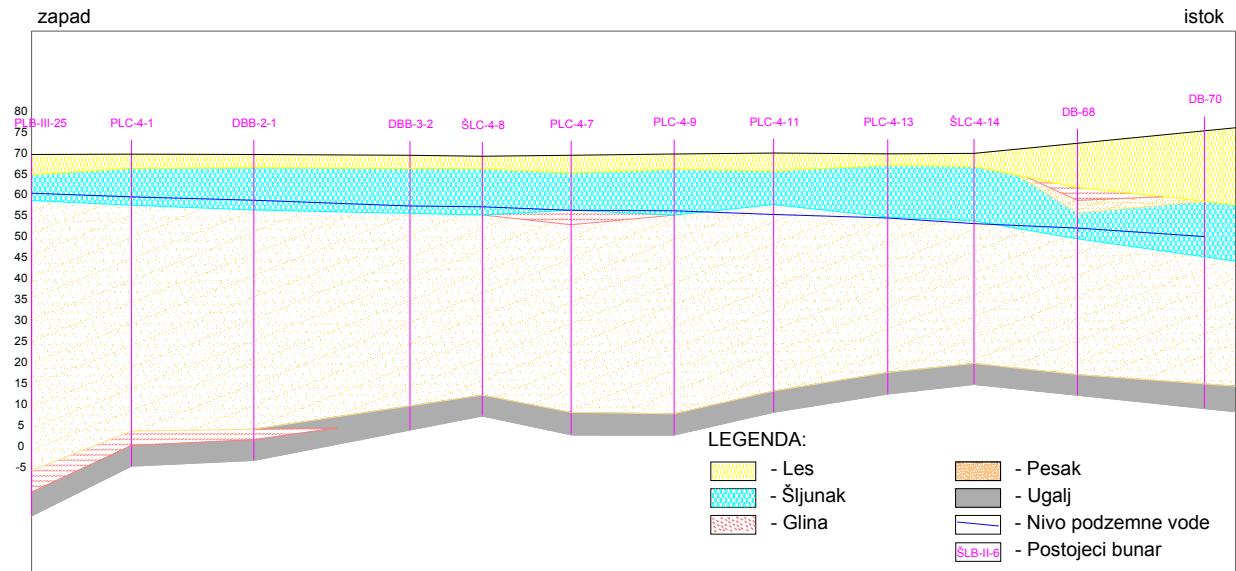
На основу извршених тестирања и године израде бунара ове бараже, може се закључити да је 9 бунара у исправном стању, и то: PLC-4-9, PLC-4-11, PLC-4-13, DB-67, DB-68, DB-69, DB-70, DB-71 и DB-72.

На Слици 4.2.7. приказан је подужни профил по траси баражебунара LC-4, као и ниво подземних вода измерено током тестирања бунара.

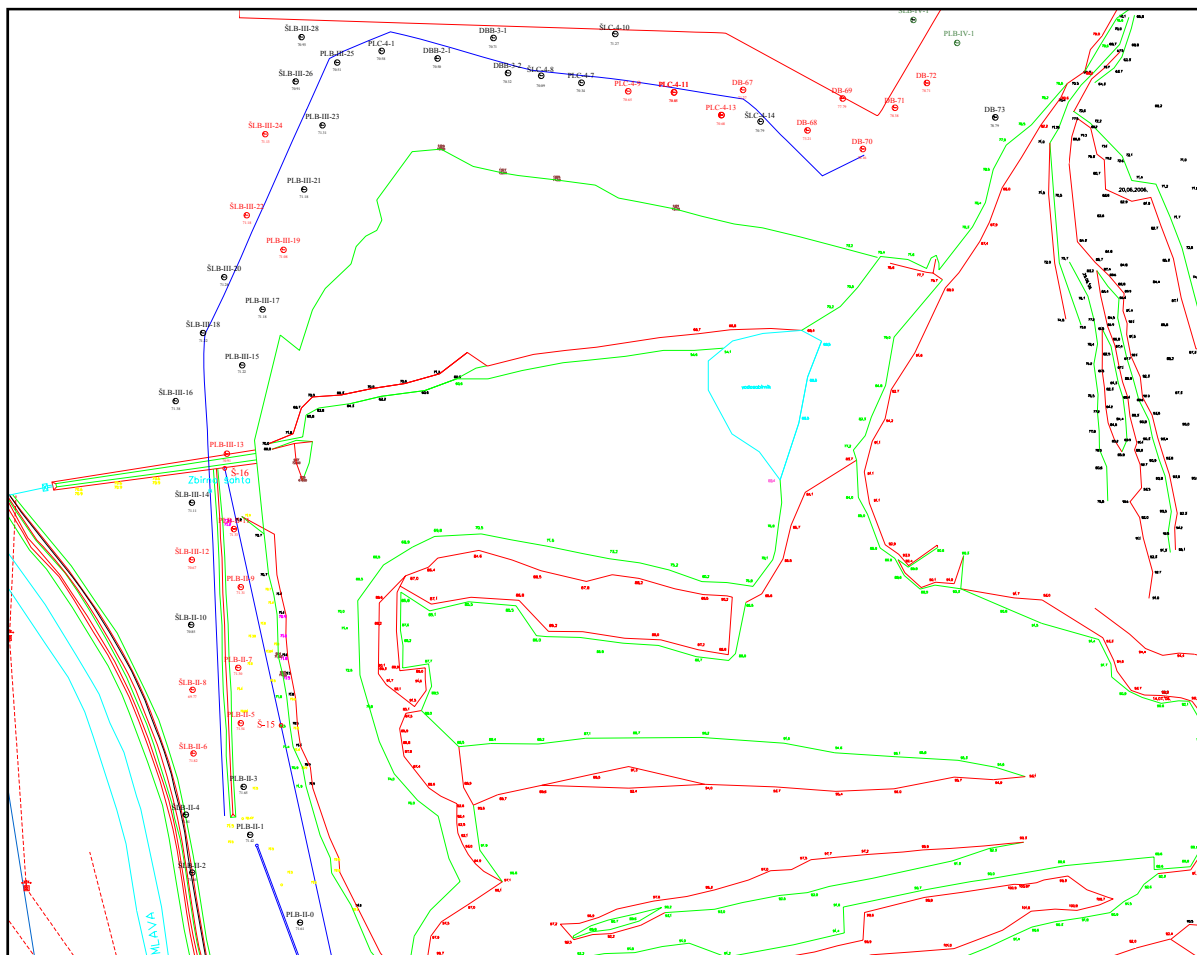
Од 45 тестираних бунара баража LB-II, LB-III и LC-4, утврђено је да се може оспособити зарад (исправни) 20 бунара. На Слици 4.2.8. приказане су локације бунара који се могу оспособити за рад, као и бунара који се не могу оспособити за рад.

У циљу дефинисања унутрашњег одлагалишта у хидрогеолошком и инжењерско геолошком смислу избушено је б хидрогеолошко-геомеханичких бушотина са језгровањем у периоду од новембра до децембра 2007. године. У све бушотине су уграђени пијезометри како би се створио увид у NPV у телу унутрашњег одлагалишта.

До самоизлива је дошло на пијезометрима: UO2-1 на коти 88,41 m, UO2-2 на коти 88,27 m и UO1-3 на коти 93,16 m. Стање и коте нивоа подземних вода за 3 мерења током марта 2008. године приказане су у Табели 4.2.18.



Слика 4.2.7. Подужни профил по траси бареже бунара LC-4



Слика 4.2.8. Локација бунара који се могу оспособити и оних који се не могу оспособити **црвено**-могу се оспособити; **црно**-не могу се оспособити

Табела 4.2.18.

Назив објекта	07.03.2008		21.03.2008.		28.03.2008.	
	Стање	NPV	Стање	NPV	Стање	NPV
UO-1/1	19.68	78.73	19.54	78.87	19.63	78.78
UO-1/2	18.80	78.68	18.64	78.84	18.45	79.03
UO-1/3/2	10.11	82.90	10.06	82.95	10.06	82.95
UO-1/3/1	0.00	93.16	0.00	93.16	0.00	93.16
UO-2/1	0.00	88.41	0.00	88.41	0.00	88.41
UO-2/2/2	12.22	75.76	12.16	75.82	12.22	75.76
UO-2/2/1	0.00	88.27	0.00	88.27	0.00	88.27
UO-2/3	20.94	71.81	20.72	72.03	20.83	71.92

Карта хидроизохипси на основу мерења за период 21.01.-25.01.2008. године приказана јена Слици 4.2.9. Координате и коте бушотина су дате у Табели 4.2.19.

Табела 4.2.19.

Назив бушотине	X	Y	Zt
UO 1-1	4950840.71	7517805.45	97.76
UO 1-2	4950991.21	7518295.95	96.73
UO 1-3	4951129.46	7518777.44	92.39
UO 2-1	4951250.42	7517755.42	87.71
UO 2-2	4951369.97	7518267.95	87.17
UO 2-3	4951554.14	7518736.80	92.18

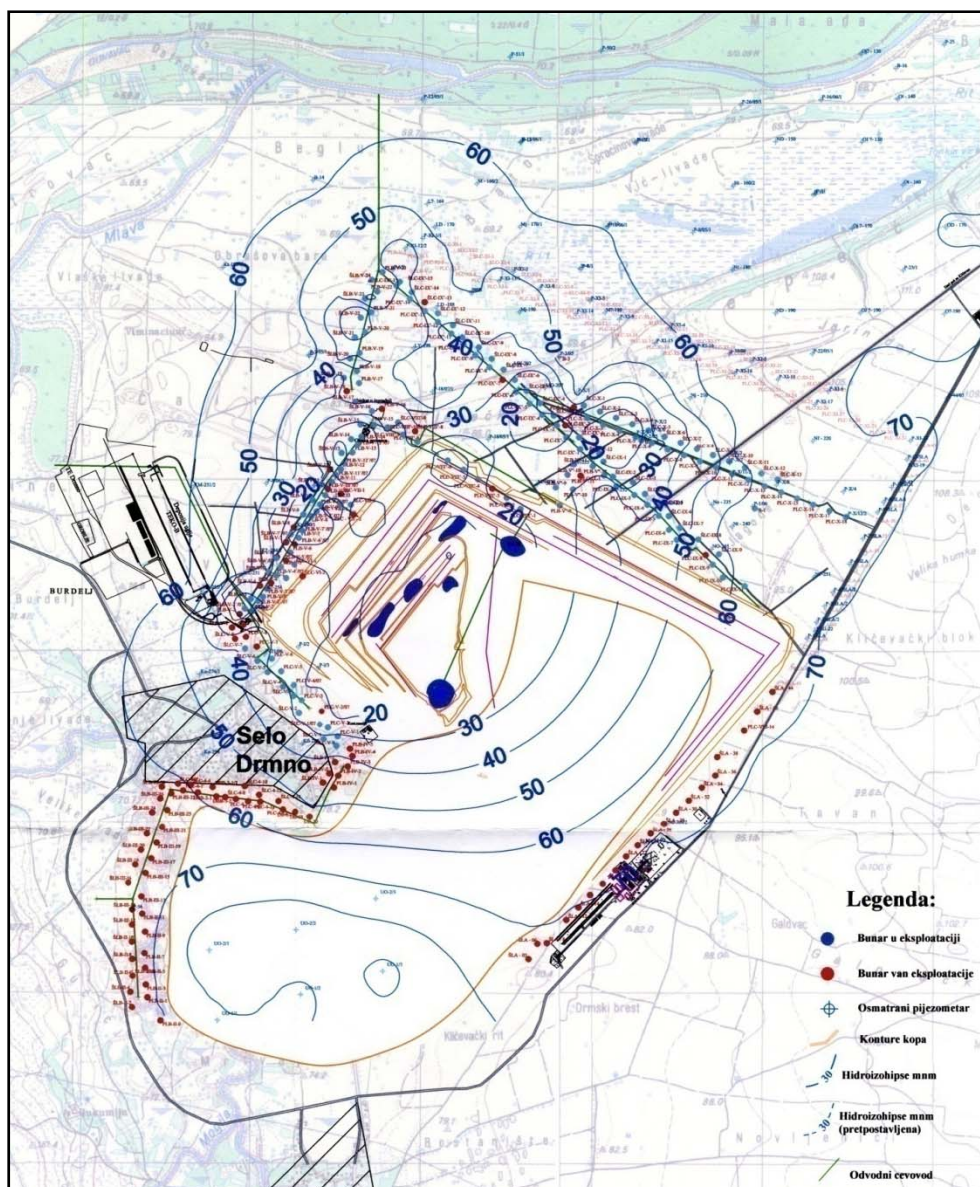
Писани геолошки профили бушотина, као и резултати геомеханичких испитивања дати суу наредним табелама.

Табела 4.2.20.

Литолошки опис	Дебљина слоја (m)	Дубина (m)
Песак прашинаст	8.0	8.0
Ситнозрни песак светложуте до тамножуте боје	17.0	25.0
Песак прашинаст тамносиве боје	1.3	26.3
Песак жутосиве боје	2.9	29.2
Прашина глиновита	17.3	46.5
Глина тамносмеђе боје	0.2	46.7
Глина песковита тамносиве боје	4.7	51.4
Глина угљевита	0.4	51.8
Глина песковита тамносиве боје	0.2	52.0
Црвенка	2.0	54.0
Глина угљевита	0.3	54.3
Глина тамносиве боје	1.7	56.0
Глина светлосиве до тамножуте боје	0.5	56.5
Глина светлосиве до тамножуте боје	6.0	62.5
Масна сивозелена глина	3.3	65.8
Угаљ	1.3	67.3

Табела 4.2.21.

Интервал пробе		γ_s kN/ m	Глин а (%)	Прашин а %	Песа к %	d10 mm	d60 mm	U %	Wt %	Wp %	Ip %	Ic %	γ kN/ m	W %	ϕ	c kN/m ²
od	do															
0.0	4.0			19	81	0.02 9	0.37 0	12.7 6								
4.0	8.0			24	76	0.02 8	0.36 0	12.8 6								
8.0	11.2			6	94	0.08 0	0.37 0	4.63								
11.2	16.2			4	96	0.08 5	0.37 0	4.35								
16.2	21.2			10	90	0.05 8	0.37 0	6.38								
21.2	25.0			6	94	0.08 5	0.37 0	4.35								
25.0	26.3			22	78	0.02 7	0.37 0	12.9 6								
26.3	29.2			49	51	0.01 1	0.35 0	6.64								
29.2	33.0	27.26	18	52	30	0.00 1	0.07 3	27.1 4	35. 2	20. 2	14. 8	0. 9	18.8	21. 9		
33.0	38.0	27.57	19	64	17	0.00 1	0.03 8	27.1 4	29. 0	19. 5	9.5	0. 6	18.8	23. 0		
38.0	43.0	27.00	15	34	51	0.00 1	0.09 0	56.2 5	25. 0	14. 2	10. 8	0. 9	19.7	15. 4		
43.0	46.5	27.70	15	68	17	0.00 1	0.03 0	20.0 0	28. 5	21. 7	6.9	2. 1	19.5	13. 8		
46.5	46.7	27.71	16	64	20	0.00 1	0.03 3	20.6 3	29. 0	21. 4	7.6	1. 1	18.4	20. 3		
46.7	51.4	27.59	16	55	29	0.00 1	0.03 8	25.3 3	41. 0	22. 8	18. 2	1. 2	18.8	18. 6		
51.4	51.8	26.06	52	30	18	0.00 1	0.00 3	2.00							17°	44.3
55.4	55.7	27.60	20	64	16	0.00 1	0.01 7	11.3 3	36. 0	21. 7	14. 3	1. 3	19.6	17. 2	28°24 '	39.4
58.2	58.5	27.31	18	61	21	0.00 1	0.02 1	14.0 0	49. 5	23. 5	26. 0	1. 0	18.0	22. 2	20°30 '	23.5
65.5	65.8	26.66	20	43	37	0.00 1	0.03 5	21.8 8	81. 5	26. 1	55. 4	1. 1	18.7	20. 4	12°18 '	52.6



Слика 4.2.9. Карта хидроизохипси за период 21.01.-25.01.2008. године

Табела 4.2.22.

Литолошки опис	Дебљина слоја (m)	Дубина (m)
Песак ситнозрн сивожуте боје	30.3	30.3
Прашина глиновита	12.7	43.0
Угаљ трошан	0.2	43.2
Глина зелена	0.1	43.3
Прашина глиновита	0.7	44.0
Угаљ	5.0	49.0

Табела 4.2.23.

Интервал пробе		γ kN/ m	Глин а (%)	Прашин а %	Песа к %	d10 mm	d60 mm	U %	Wt %	Wp %	Ip %	Ic %	γ kN/ m	W %	ϕ	с kN/m ²
од	до															
0.0	5.0			16	84	0.01 8	0.37 0	20.5 6								
5.0	10.0			25	75	0.01 7	0.34 0	20.0 0								
10.0	11.8			31	69	0.01 2	0.34 0	28.3 3								
11.8	17.0			13	87	0.03 3	0.37 0	11.2 1								
17.0	25.0			18	82	0.01 7	0.37 0	21.7 6								
25.0	30.3			20	80	0.01 7	0.37 0	21.7 6								
30.3	30.6	27.84	28	64	8	0.00 1	0.01 7	12.1 4	26. 0	20. 5	5. 5	1. 1	17.86	20. 2	26°36 '	20.2
30.6	38.5			40	60	0.01 7	0.07 8	4.59								
38.5	43.0			59	41	0.01 1	0.05 6	5.09								

Табела 4.2.24.

Литолошки опис	Дебљина слоја (m)	Дубина (m)
Песак ситнозрн	13.0	13.0
Лес жутомрке боје	19.0	32.0
Прашина глиновита	15.2	47.2
Глина зелена прашинаста	0.6	47.8
Угаљ са угљевитом глином	5.0	53.8
Глина масна зелена	0.2	54.0

Табела 4.2.25.

Интервал пробе		γ kN/ m	Глин а (%)	Праш .	Пес .	Шљун .	d10 mm	d60 mm	U %	Wt %	Wp %	Ip %	Ic %	γ kN/ m	W %	ϕ	с kN/m ²
од	до																
0.0	3.0			16	84		0.02 9	0.37 0	12. 8								
3.0	6.0			16	81	3	0.02 9	0.37 0	12. 8								
6.0	9.0			21	70	9	0.01 9	0.38 0	20. 0								
9.0	13.0			20	77	3	0.02 6	0.36 0	13. 9								
13.0	20.0			49	49	2	0.01 8	0.07 8	4.3								
20.0	24.2			65	35		0.00 7	0.05 2	7.2								
24.2	24.5	27.65	29	62	9		0.00 1	0.02 2	15. 7	33. 5	22. 2	11. 3	1. 2	20.3	20. 2	25°36 '	21.7
25.0	30.0			60	40		0.00 6	0.06 4	9.9								
30.0	32.0			52	48		0.01 7	0.07 0	4.1								
32.0	34.0			43	57		0.01 6	0.08 2	5.1								
34.0	38.0			58	42		0.00 9	0.06 4	6.5								
38.0	42.0			31	69		0.01 2	0.08 2	6.8								
42.0	47.2			41	59		0.01 2	0.08 2	6.8								

Табела 4.2.26.

Литолошки опис	Дебљина слоја (m)	Дубина (m)
Песак ситнозрн сиве боје	20.0	20.0
Песак шљунковит	5.5	25.5
Прашина песковита	27.0	52.5
Песак заглињен мало шљунковит	1.0	53.5
Глина зелена	3.0	56.5

Табела 4.2.27.

Интервал л пробе		γ kN/ m	Глин а (%)	Прах · %	Пес · %	Шљу · %	d10 mm	d60 mm	U %	W t %	Wp %	Ip %	Ic %	γ kN/ m	W %	ϕ	c kN/m ²
од	до																
0.0	5.0			18	82		0.03 3	0.37 0	11. 2								
5.0	10.0			17	83		0.03 8	0.34 0	8.9								
10.0	15.0			27	73		0.01 6	0.35 0	21. 9								
15.0	20.0			27	73		0.01 6	0.35 0	21. 9								
20.0	25.5			20	78	2	0.03 7	0.36 0	9.7								
25.5	30.0			73	25	2	0.00 6	0.04 5	6.7								
30.0	35.0			68	32		0.01 1	0.05 0	4.6								
39.5	39.8	27.63	32	58	10		0.00 1	0.01 7	13. 1	32	17. 2	14. 8	0. 7	18.2	21. 6	26°42 '	18.6
41.5	46.0			69	31		0.00 9	0.05 1	5.4								
46.0	50.8			68	32		0.01 1	0.05 4	4.9								
50.8	51.8			17	39	44	0.02 8	2.70 0	96. 4								
51.8	55.0			68	32		0.01 1	0.04 8	4.4								

Табела 4.2.28.

Литолошки опис	Дебљина слоја (m)	Дубина (m)
Песак ситнозрн шљунковит	9.0	9.0
Песак ситнозрн зелене боје	9.2	18.2
Лес песковит	4.8	23.0
Лес жутомрке боје са конкрецијама CaCO ₃	18.0	41.0
Прашина глиновита	16.2	57.2
Угаљ	2.1	59.3

Табела 4.2.29.

Интервал пробе		Прашина %	Песак %	Шљунак %	d10 mm	d60 mm	У %
од	до						
0.0	5.0	22	78		0.017	0.360	21.18
5.0	9.0	31	62	7	0.009	0.300	34.09
9.0	12.0	35	59	6	0.009	0.300	33.33
12.0	18.2	25	75		0.015	0.350	23.33
18.2	23.0	56	42	2	0.015	0.068	4.53
23.0	25.0	55	45		0.014	0.068	4.86
25.0	31.0	69	31		0.007	0.048	6.40

31.0	36.0	69	31		0.005	0.048	8.28
36.0	41.0	61	39		0.010	0.058	5.80
41.0	46.0	46	54		0.018	0.082	4.56
46.0	50.0	55	45		0.017	0.075	4.41
50.0	57.2	58	42		0.014	0.067	4.79

Табела 4.2.30.

Литолошки опис	Дебљина слоја (m)	Дубина (m)
Песак заглињен	1.0	1.0
Прашина песковита мало шљунковита	1.0	2.0
Песак шљунковит заглињен	2.0	4.0
Прашина песковита мало шљунковита	15.0	19.0
Прашина песковита	19.5	38.5
Угаљ са угљевитом глином	4.5	43.0

Табела 4.2.31.

Интервал пробе		Прашина %	Песак %	Шљунак %	d10 mm	d60 mm	У %
од	до						
0.0	1.0	22	76	2	0.027	0.350	12.96
1.0	2.0	47	44	9	0.014	0.083	5.93
2.0	4.0	28	46	26	0.019	0.530	27.89
4.0	11.0	50	43	7	0.013	0.076	5.85
11.0	19.0	49	47	4	0.015	0.078	5.20
19.0	25.0	43	55	2	0.080	0.078	0.98
25.0	30.0	65	35		0.012	0.055	4.58
30.	38.5	58	42		0.008	0.067	8.07

Обзиром да систем заштите површинског копа „Дрмно“ (унутрашње одлагалиште) одподземних вода са јужне стране не функционише, ниво подземних вода се враћа у природни режим. Иако је на јужној страни урађен водонепропусни екран, он без бунара на крајевима нема скоро никаквих ефеката у спречавању прилива подземних вода у тело унутрашњег одлагалишта.

Како се на 3 од 6 пијезометара појавио самоизлив воде, може се претпоставити да је у зони ова 3 пијезометра одложен песак у виду сочива.

5. ИЗРАДА И ВЕРИФИКАЦИЈА ХИДРОДИНАМИЧКОГ МОДЕЛА ЛЕЖИШТА ДРМНО

Хидродинамички прорачуни за потребе прогнозе ефеката и димензионисање броја бунара, њиховог међусобног растојања и појединачних капацитета у оквиру система заштите од подземних вода реализовани су на хидродинамичком моделу струјања подземних вода шире зоне лежишта угља „Дрмно“.

Хидродинамички модел површинског копа „Дрмно“ јеконципиран и израђен као вишеслојевити модел, са укупно шест слојева, посматрано у вертикалном профилу. Сваки од ових слојева одговара одређеном реалном слоју, шематизованом и издвојеном на основу познавања терена и резултата спроведених анализа обимних теренских истражних радова. Посматрано од површине терена, коресподентни слојеви модела и терена су:

- **први водоносни слој** - повлатни алувијални и лесни седименти,
- **други водоносни слој** - претежно шљунковити водоносни слој,
- **трећи водоносни слој** - песковити и глиновити слој у повлати II угљеног слоја, којибочно (источно) прелази у повлатни песковити слој III угљеног слоја,
- **четврти, комбиновани изолаторско водоносни слој** - II угљени слој (изолатор), којибочно (источно) прелази у повлатни песковити слој III угљеног слоја,
- **пети водоносни слој** - песковити слој који лежи у повлати III угљеног слоја. У западном делу терена лежи преко (моделског) шестог водоносног слоја,
- **шести водоносни слој** - прашинасто - песковити слој, који лежи у повлати III угљеног слоја. У делу терена где он изостаје, повлату III угљеног слоја чине пескови, чији је главни представник на моделу пети водоносни слој.

Подину петог, или шестог слоја (какогде), чини III угљени слој, који по свом хидрогеолошком и хидрауличком механизму представља изолатор, односно граничну струјну површ.

Подручје обухваћено моделом димензије 6.720*10.320 метара. Како је речено, модел се састоји од 6 шематизованих слојева, са укупно 726.461 активних ћелија. Дискретизација струјне области је са пољима, димензија од 10 до 80 m. Мања поља су у зонама од већег интереса (бараже бунара), док су већа на удаљенијим деловима терена.

Струјање подземних вода је на моделу рачунато и симулирано као реално струјање под притиском, или са слободним нивоом, у сваком пољу дискретизације појединачно, при чему су услови струјања током времена на моделу мењани у складу са реалним условима.

Током реализације прорачуна, показало се да постоји велика осетљивост резултата прорачуна на промену улазних параметара. То се, пре свега, односи на задате капацитете бунара. У процесу симулације струјања подземних вода на хидродинамичком моделу се показало као неопходно, да приликом задавања улазних вредности капацитета бунара на математичком моделу, они морају током времена да се постепено смањују. У супротном, долази до превеликог обарања пијезометарског нивоа у бунарима, што у математичкој симулацији има две последице:

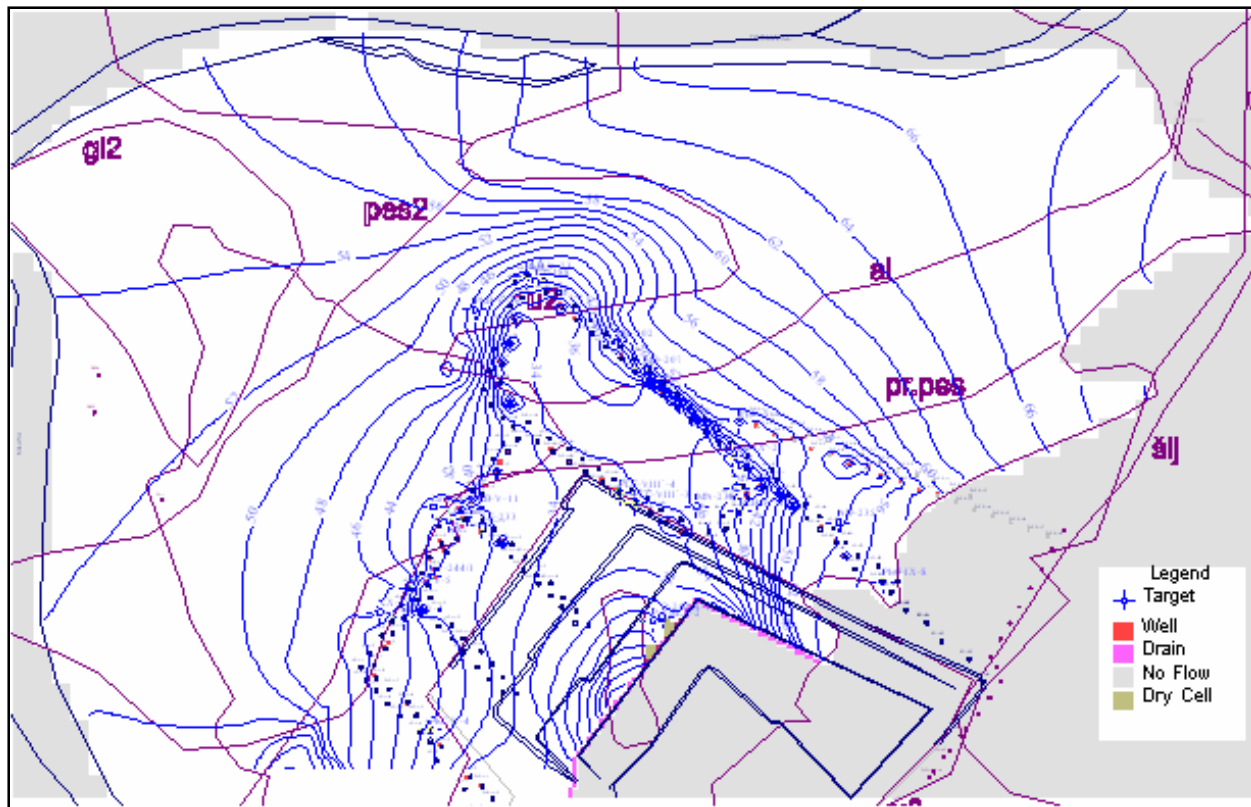
- искључење бунара и
- истовремено, и поред обарања нивоа подземних вода у бунару до његове подине, изражено је недовољно обарање нивоа подземних вода у широј зони бунара (треба имати у виду да су у питању ситуације и прашинасти пескови, који се релативно споро оцењују).

Из добијених резултата прорачуна, као и увида у податке са терена, долази се до закључка да је време можда и најзначајнији фактор у процесу одводњавања површинског копа, „Дрмно“. Само повећање капацитета бунара не постижу се задовољавајући ефекти.

Калибрација хидродинамичког модела

Модел је калибрисан на основу података о смањеном режиму подземних вода током 2007. године (01.01 -25.09.), као и смањеног остојек елемента биланса Дрмнске издани: падавина, водостаја Дунава, Млаве и Дунавца, али и рада дренажних бунара.

На Слици 5.1. приказан је распоред пијезометарских нивоа, добијен симулацијом режима подземних вода састаном које је владало на крају периода калибрације септембар 2007. године.



Слика 5.1. Распоред пијезометарских нивоа као резултат симулације режима подземних вода (25.09.2007.)

Прикупљени подаци били су основа за прогнозне прорачуне у којима је симулирана постојећа експлоатација (крај септембра 2007. године) уз задате просечне вишегодишње вредности улазних елемената биланса подземних вода и уз додавање нових бунара у одређеним баражама бунара.

Прогнозни прорачуни – поставка

У складу са усвојеном динамиком развоја површинског копа „Дрмно“, дефинисане су контуре фронта напредовања копа у целини, у карактеристичним временским пресецима. У складу са датим контурама, усвојено је скоковито померање фронта радова површинског копа у истим временским пресецима и у хидродинамичким прорачунима.

Систем одбране површинског копа „Дрмно“ од подземних вода, чији су ефекти предмет прогнозни прорачуна, састоји се одводнепропусног екрана дуж спољне источне и западне границе, а касније исевернеконтуре површинског копа и дренажних бунара који су распоређени дуж баражнихлинија. Бунарикаптирају водоносне шљункове и пескове у повлати III угљеног слоја.Укључење, односно искључењебунара из рада, динамика изградње водонепропусногекрана и напредовање контуре копа задавани су засваку годину у прогнозним прорачунима. За прогнозне прорачуне усвојен је период од 01.01.2008.године, до31.12.2013. године.

У прогнозним прорачунима протицаји бунара на површинском копу сузадавани, имајући у виду неколикокритеријума и ограничења:

- На основу искуства је познато да век трајања бунара, који се налазе на правцу фронтанапредовања површинског копа, зависи од динамике напредовања откопавања откривке.Токомвремена, како напредују етаже на откривци, бунар се постепено скраћује, а његоваиздашностсмањује, до коначног искључења, односно уништења бунара;
- Бунари дуж ободних баража (углавном LB-V и ŠLA) се не уништавају и трајно остају у погону.Њихови капацитети се донекле смањују током времена, али спорије негокапацитети бунара у оквирузоне откопавања откривке. Њихов протицај може да сеповремено и повећа, што зависи од величинеподземног дотицаја из правца Млаве, каопоследица локалних хидрометеоролошких услова;
- Почетни капацитети бунара не смеју да буду превелики, јер се не постиже жељени ефекатодводњавања и поред наглог снижења нивоа у бунару, у његовој околини се неформираодговарајућа депресија. Ово је последица филтрационих и гранулометријскихкарактеристика порознесредине повлатних (песковитих) седимената угља;
- Паралелно са постепеним оцеђивањем и опадањем нивоа подземних вода дуж баража,протицајibuнара се смањују на одговарајући начин. Потребно је остварити баланс измеђупротицаја бунара иснижења нивоа, како у њему и његовој непосредној околини, тако и уширој зони сваке од баража.

Хидродинамички прорачуни су реализовани унестационарном режиму струјања, узимајући у обзир и задавајућисве доминантнепараметре режима подземних вода површинског копа:

- капацитети бунара и зоне истицања на косинама су задавани у складу са претходнопоменутиим,
- водостај Млаве је задат као средња вредност у посматраном периоду (јануар – крајсептембра2007. године), на коти 71,91 m,

- Дунавац, као део дренажног и одбрамбеног система ХЕ Ђердап задан је као средњиводостај у периоду јануар - крај септембра 2007. године, на коти 67,11 m,
- просечна вертикална инфилтрација је оцењена на $6,6 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$,
- на источној граници модела, регистровани подземни дотицај по контури исклињавања III угљеног слоја који у природи егзистира кроз лесне и шљунковите седименте, на моделу је задан као дотицај од 10 l/спо километру дужине ове контуре.

Основни прорачунски корак је био месец дана, који је на нижем нивоу итерација подељен да 10 делова, неједнаког трајања (фактор 1,2).

6. ИЗБОР ОСНОВНЕ КОНЦЕПЦИЈЕ НАЧИНА И РЕЖИМА ОДВОДЊАВАЊА ПОВРШНСКОГ КОПА И ОДЛАГАЛИШТА

Експлоатација угља на површинском копу „Дрмно“ врши се у све сложенијим хидрогеолошким условима, а узавршној фази експлоатације дубина копа износи 150 m. Спуштањем нивоа етажних равни у дубину, отварају се практично сви водоносни хоризонти, који се морају претходно објектима одводњавања издренирати, како би се обезбедила стабилност етажа и сигурност опреме и људства током експлоатације лежишта.

Правилан избор концепцијског решења система заштите површинског копа од подземних и површинских вода зависи од правилне интерпретације и анализе хидрогеолошких, хидролошких, метеоролошких, геомеханичких и других параметара. Поред анализе ових параметара потребно је прилагодити концепцијско решење одводњавања постојећој концепцији развоја рударских радова до краја експлоатације.

Полазећи од планираног развоја рударских радова и узимајући у обзир све доступне и релевантне параметре за заштиту површинског копа „Дрмно“ од подземних и површинских вода, потребно је примењивати, као и досада, два система заштите од вода и то: систем заштите од подземних и систем заштите од површинских вода.

6.1. Концепцијско решење заштите од површинских вода

Основна концепција заштите површинског копа „Дрмно“ од површинских вода састоји се из стандардних објеката одводњавања: система етажних канала, водосабирника и пумпних станица.

Етажни канали се израђују на етажама како би прикупили воду из хоризонталних бушотина, као и воду из косина етажа. Њихова израда и премештање зависи од динамике напредовања радова. Сву воду коју прикупе спроводе до главног или интервентних водосабирника (Прилози од 2. до 8.).

Канали се израђују и на подини III угљеног слоја, односно на дну површинског копа (Прилози од 2. до 8.). Они прикупљају воду из дренажних канала, истеклу подземну воду и воду од атмосферских падавина и усмеравају је до водосабирника, како би се створили што бољи услови за рад механизације и несметану експлоатацију угља.

Етажни канали се израђују и на етажама унутрашњег одлагалишта како би прикупљали воду од атмосферских падавина и спроводили је до главног водосабирника. Све етаже на унутрашњем одлагалишту треба радити са благим падом ка истоку како би вода могла гравитационо отицати ван радне контуре површинског копа.

Интервентни водосабирници се израђују по потреби и биће привременог карактера (Прилози од 2. до 8.). Вода прикупљена преко пумпних агрегата и потисних цевовода препумпава се до главног водосабирника, или уколико је могуће ван радне контуре површинског копа.

Главни водосабирник GVS се увек налази на најнижој коти површинског копа и са напредовањем фронтова радова премешта се ка северу, све до краја експлоатације (Прилози од 2. до 8.). Главни водосабирник прихвата воду из дренажних канала, етажних канала и сву атмосферску воду која се гравитационо слива до њега.

Вода из главног водосабирника се пумпним постројењима преко потисних цевовода спроводи до одводних гравитационих цевовода, а након преласка фронта радова преко старог корита Дунавца, у ново корито Дунавца.

Главна пумпна станица се лоцира увек уз главни водосабирник. Са напредовањем фронта радова повећава се сливна површина на радним етажама, али и на унутрашњем одлагалишту, што неће значајније повећати капацитет главне пумпне станице све до 2023. године.

Обзиром да су бунарске пумпе BPV-8/3 (две пумпе на понтону), тренутно ангажоване на главном водосабирнику VS-1 ($Q_p=100-130$ l/s, $H_m=150-110$ m, $P=315$ kW) то је планирано да оне и касније остану у употреби. Током 2008. године набављене су још 4 пумпе. На понтону су уграђена два пумпна агрегата BPV-8/3 са посебним потисним цевоводом пречника 300 mm.

Досадашња пумпа типа BPV-8/3 испуњава услове коришћења и у наредном периоду, односно до 2023. године, када је потребно набавити 8 нових пумпи ($Q_p=150-200$ l/s, $H_m=180-140$ m, $P=500$ kW). У наредном периоду због значајног повећања сливне површине потребно је повећавати број пумпних агрегата у пумпној станици.

За заштиту површинског копа Дрмно од површинских вода које падну ван радног подручја није предвиђена заштита, јер испред фронта радова постоји израђен систем канала за заштиту од поплавног таласа. Такође, испред фронта радова налази се и корито Дунавца које поред подземних прикупља и атмосферске падавине.

6.2. Концепцијско решење заштите од подземних вода

У оквиру концепције заштите површинског копа од подземних вода, разматрана је заштита површинског копа и унутрашњег одлагалишта од:

- прилива подземних вода из алувијалних шљункова Млаве и Дунава,
- подземних вода акумулираних у песковитом хидрогеолошком колектору у кровини иподини угља,
- подземних вода у прашинасто-песковитим наслагама који се налазе у непосредној кровини угља.

За комплексно решење одводњавања разматрана је комбинација више метода одводњавања, узависности од конкретних структурно-геолошких, хидрогеолошких, техничко-технолошких и других фактора.

Основна концепција заштите површинског копа „Дрмно“ од подземних вода састоји се из система дренажних бунара, водонепропусних екрана, хоризонталних бушотина, игло филтера, система етажних и дренажних канала и водосабирника.

Дренажни бунари

Поред израде нових баража бунара испред откопног фронта, чија израда мора да предњачи у односу на динамику напредовања рударских радова, неопходно је извршити активирање свих бунара у баражама којима су изграђене око фигуре површинског копа. Због старости бунара, планирано је да се спроведе ревитализација старих бунара и израда нових бунара. Због велике заводњености и формирања издана у телу унутрашњег одлагалишта, приоритет је да се спречи прилив воде из алувијалних наслага Млаве, а потом да се постепеним дренажањем изданских вода створе услови за даљу надоградњу унутрашњег одлагалишта.

У том циљу, за заштиту унутрашњег одлагалишта површинског копа „Дрмно“ од подземних вода у 2008. години у продужетку водонепропусног екрана изграђена су и активирана 4 бунара у баражи ŠLA, док је у баражи LB-Поспособљено 6 бунара и изграђено и активирано 6 нових бунара (Прилог 2.).

На западној страни унутрашњег одлагалишта у 2008. години оспособљени су бунари у баражама LB-III, LC-4 и LB-IV (Прилог 2.), како би се спречио прилив подземних вода у тело унутрашњег одлагалишта. Од 16 бунара бараже LB-III оспособљено је 5 и изграђено још 10 бунара. Од 21 бунара бараже LC-4 оспособљено је 9 и изграђено још 7 бунара. Бунари баража LB-III и LC-4 биће у функцији до краја експлоатације (Прилог 2.).

У баражама LB-IV и LC-V оспособљени су сви бунари.

За заштиту површинског копа „Дрмно“ од подземних вода са источне стране 2008. године, поред 7 постојећих бунара бараже ŠLA, изграђено је и пуштено у рад још 17 бунара (од LC-IX до LC-XI). Такође, 2008. године направљен је и одводни гравитацијски цевовод

OLŠLA (Прилог 2.). До краја 2013. године потребно је према северу продужити одводни гравитацијски цевовод OLŠLA и изградити још 23 бунара убаражи ŠLA (Прилог 8.).

Током 2013. године потребно је изградити и канал ОИК на источној страни у који ће се уливати вода из 7 бунара убараже ŠLA. Овај канал се улива у постојећи канал. Бунари из поменутих убаража функционишу до краја експлоатације.

На западној страни површинског копа „Дрмно“ потребно је оспособити постојеће бунаре убаража LC-V и LB-V. Током 2008. године изграђено је и пуштено у рад 2 бунара убараже LB-V од убараже LC-IX до LC-XI. Током 2009. године изграђено је још 3 бунара убараже LB-V. Ови бунари дренирају водоносне слојеве изграђене од шљунка и песка. Поједини бунари убараже LB-V се гасе напредовањем фронта радова ка северу, док већи део бунара функционише до краја експлоатације.

Заштита површинског копа „Дрмно“ од подземних вода са северне стране (испед фронта напредовања радова) врши се изградом нових убаража бунара. До краја експлоатације потребно је изградити још 10 убаража бунара испед фронта напредовања радова.

За дренирање прашинасто песковитих наслага у кровини угља примениће се помоћне методе одводњавања - систем хоризонталних бушотина и игло филтера.

Током 2008. године пуштена је у рад убаража LC-XI са 56 бунара. Ови бунари дренирају истовремено шљунковити и песковити хидрогеолошки колектор. Убаража састоји из 2 линије бунара. Испумпана вода из ове убараже се одводним гравитационим цевоводом OLC-XI одводи до гравитационог цевовода GOL-2, па у Дунавац.

До краја 2009. године изграђена је убаража LC-XII која се састоји из 2 линије сакупно 93 бунара. ŠLC-XII линија дренира само шљунак, док линија PLC-XII дренира и шљунак и песок. Пуштање у рад ове убараже бунара било је предвиђено за почетак 2010. године. Испумпана вода из бунара се одводним гравитационим цевоводом OLC-XII спроводи до гравитационог цевовода GOL-2, а затим у Дунавац.

Изград убараже LC-XIII са две линије и укупно 89 бунара била је предвиђена за 2011. годину, док је њено пуштање у рад било предвиђено за почетак 2012. године. Линије бунара се раде по истом принципу као и претходна. Испумпана вода из бунара се преко одводног гравитационог цевовода OLC-XIII спроводи до цевовода GOL-2, па у Дунавац.

Већ 2013. године је предвиђена изград убараже LC-XIV (Прилог 8.), која се састоји из две линије са 89 бунара, док је њено пуштање у рад предвиђено за почетак 2014. године. И код ове убараже, једна линија дренира само воду из шљунка, док друга дренира воду из шљунка и песка. Одводни гравитациони цевовод OLC-XIV директно спроводи воду у ново корито Дунавца.

Од 2014. године до краја експлоатације на површинском копу „Дрмно“ испед фронта радова предвиђена је изград још 6 убаража бунара (од LC-XV до LC-XX). Између

новог водонепропусног екрана извршних косина површинског копа у периоду од 2013. године па до краја експлоатације потребно је изградити бунарена међусобном растојању од 100 m, који дренажују само песак.

Бараже LC-XI до LC-XIV раде се радијално, док линије од LC-XV до LC-XX иду паралелно. Бараже које се раде радијално на западу су удаљене једна од друге око 200 m, док растојање на истоку износи око 550 m. Бараже које иду паралелно су на растојању једна од друге око 500 m. Са напредовањем фронтарадова ка северу, бунари се скраћују, све док не буду потпуно уништени. Поново активирани бунари (скраћени) воду ће препумпавати у одводни гравитациони цевовод или у етажне канале (у зависности од близине).

За црпљење воде из дренажних водосабирника у телу унутрашњег одлагалишта израђује се 7 дренажних бунара DB. Први бунар DB-1, израђује се 2014. године и са надишавњем унутрашњег одлагалишта и он се надграђује.

Водонепропусни екран

Водонепропусни екран се израђује на локацији од села Кличевца до Дунава на источној страни, дуж целе завршне контуре на северној страни испред корита Дунава и на западној страни од Дунава до Виминацијума. Састоји се из 8 деоница и има укупну дужину од 12.819 m. За технологију изабрана је израда екрана усеком и за пуном. Ова технологија је погодна за екране за веће дубине и радну средину у зрнастим материјалима и меким стенама.

Екран се ради са уклињењем у II или III угљени слој од 1 m или уклињењем углине и заглињени песак од 2 m. До дубине од 40 m екран има ширину 0,8 m, а са повећањем дубине ширина екрана износи 1 m. За запуњење користи бентонитско-цементна смеша, која треба да има коефицијент филтрације од 10^{-8} m/s, чврстоћу на притисак од 500 до 1.500 kN/m² и модул еластичности од 2.000.000 до 5.000.000 kN/m².

Израда водонепропусног екрана почела је 2009. године. Како је било потребно прво набавити опрему и припремити трасу за израду екрана, такође је било предвиђено да се 2009. године изгради деоница од 1.000 m за 6 месеци. Завршетак водонепропусног екрана планиран је почетком 2020. године. Уз трасу екрана потребно је изградити пут и канал за прихват воде.

Хоризонталне бушотине

За прикупљање подземне воде коју бунари не издренирају из песка и прашине користиће се хоризонталне бушотине и етажни канали. Хоризонталне бушотине бушиће се под углом од 3 до 5°.

Са планума етаже на висини од 0,5 до 1 m буши се мрежа хоризонталних дренажних бушотина дужине 100 m, на међусобном растојању од 50 m.

Вода из бушотинаспроводи се у канале за одводњавање наетажама и даље у систем за површинскоодводњавање.

Хоризонталне бушотине се раде појединачно и са временским размаком.Дренажање водоносног слоја јепостепено. Ако се у поступку бушења утврди да из једногводоносног слоја не опада капацитет истицањаонда треба у непосредној близинипоставити још бушотина истог пречника бушења. Хоризонталне бушотине супречника114 mm, а дужинабушотине је до 100 m, односно, за 2 ширине блока за откопавање.

Бушотине се изводе под благим углом према хоризонту, не већим од 5°, ради лакшегизбацивања избушенемасе. Бушењом гарнитуром се изводе бушотине после проласкабагера и откопавања блока на етажи.При изради бушотине, ако не дође до појаве воде на дубини од 50 m, прекида се бушење игарнитурапребацује на нову локацију бушотине.

Етажни и дренажни канали

Етажни канали прикупљају воду која буде истицала из косина и спроводе је доинтервентних водосабирника или доглавног водосабирника на дну површинског копа.

Дренажни канали се постављају по подини угља и састоје се из главног и попречнихдренажних канала.Развојем радова на откривци и угљу и повећањем фигуре унутрашњегодлагалишта дренажни канали бићепокривени одложеним материјалом. Дренажање водуиз подинских пескова и воду која се инфилтрира кроз телоодлагалишта.

Главнимодводним каналом дренирана вода из тела унутрашњег одлагалишта одводи се доводосабирника.Размак између канала износи 500 m, а укрштање канала са главнимодводним каналом је под углом.Дренажни канали се раде хидрауличним багеромса кашиком, а са изградом дренажних канала почело се у2008. години.

Због могућностизапушавања и прекида дренажних канала, предвиђена је израда 7 дренажнихводосабирника DB. Где је могуће дренажни водосабирници се формирају од постојећихглавнихводосабирника, дренажном испуном. Први дренажни водосабирник DB-1 сеформира 2014. године. Вода издренажних водосабирника се дренажним бунарима DBиспумпа.

Иглофилтери

Иглофилтери се као објекти одводњавања могу ефикасно применити на одређенимлокалитетима на површинскомкопу где су заступљене прашинасто-песковите наслаге каои за заштиту косина од провирних вода испречавање појава клизања, где се збогнемогућности примене других метода одводњавања, нивоподземних вода не можелокално снизити основним дренажним објектима. Ради се о флексибилном системузаснижење нивоа подземних вода, који се на једноставан и лак начин инсталира на терену икоји се попотреби може премештати са једног места на друго.

За уградњу иглофилтера предвиђено је бушење бушотина пречника 86 mm до дубине од 8 m и уградња PVC цеви пречника 50,8 mm, перфорираним у доњем делу у дужини од 1 m, са отворима величине од 0,05 до 0,1 mm. Растојање између иглофилтера износи 1 m и исти се постављају у вишелинијских батерија, а пробним тестирањем се утврђује оптималан размак између појединих линија иглофилтера.

Вакум пумпе и иглофилтери би били распоређени на плану му етаже изнад слоја који се дренира. Испумпана вода би се одводила преко етажног канала до етажног водосабирника, одакле би се испумпавала изван контура копа.

Највећи број иглофилтера који могу бити повезани на један колектор, износи 150, на деоници дужине од 115 m.

На основу геометрије и граница простирања прашинасто-песковитих наслага предвиђа се набавка три вакуум пумпе, 3 комплета иглофилтера и остале припадајуће опреме.

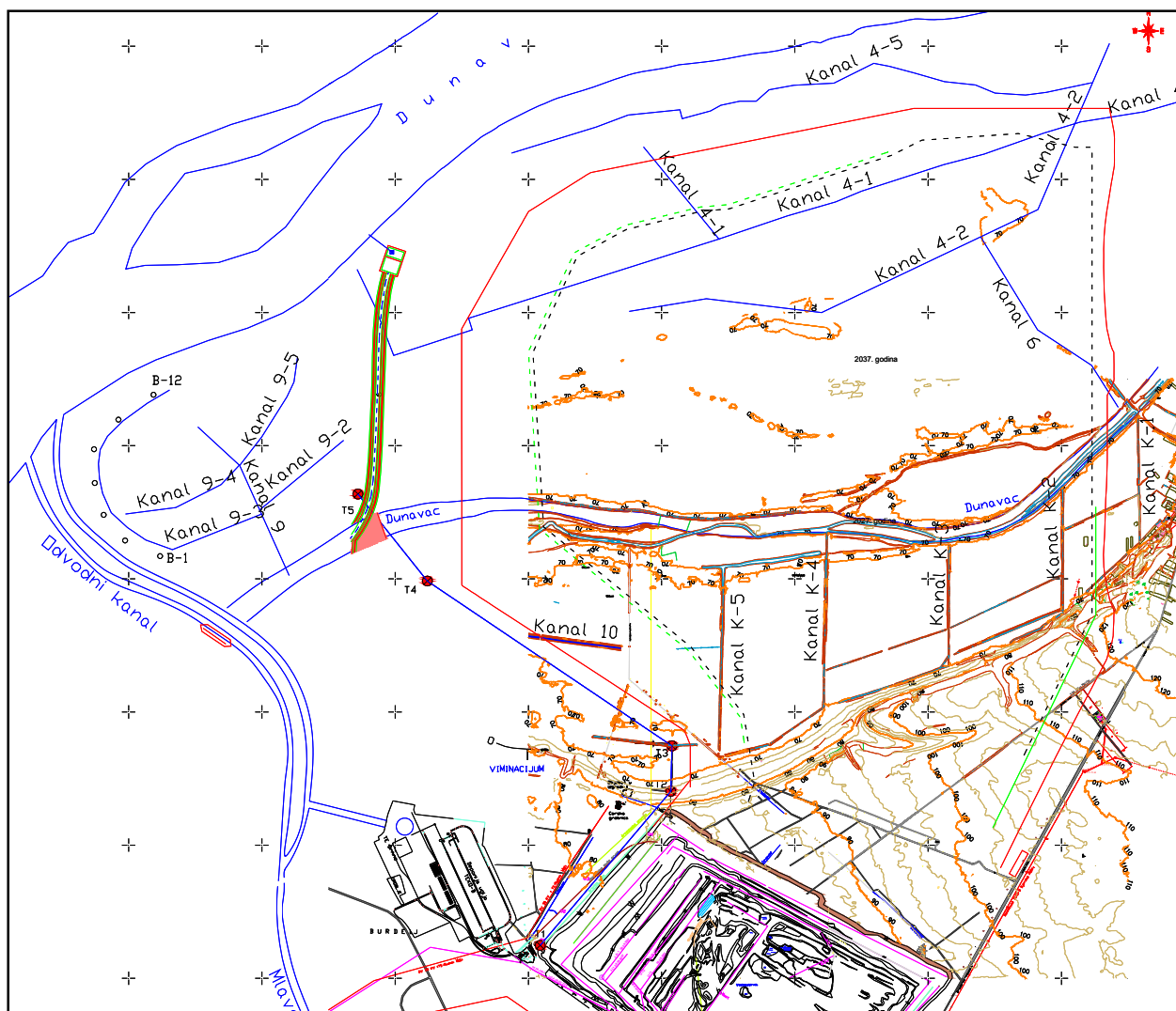
Према планираној динамици откопавања батерије игло филтера у систему заштите копа од подземних вода примењују се почев од 2010. године и годишње раде по 2 месеца.

Предвиђена је сукцесивна израда иглофилтера по динамици која прати динамику развоја површинског копа. У зависности од издренираности етажне равнине могуће је премештати систем игло филтера и исти користити за ниже етажне равни. Допунским истражним радовима као и кроз мониторинг завршних косина копа утврдиће се потреба за примену ових допунских мера одводњавања.

6.3. Концепцијско решење измештања дела трасе рукавца Дунавца и дренажних канала у приобаљу Дунава

Како је пресецање Дунавца екраном предвиђено током 2010. године, то је потребно што пре отпочети са изградом новог корита Дунавца (Слика 6.3.1.) са црпном станицом. Црпна станица ће имати пумпне агрегате као на црпној станици Завојска. Преграђивање старог корита врши се глиненем чепом. И са преумеравањем тока Дунавца, још неколико година, старо корито је у функцији система заштите од поплавног таласа Дунава.

На Слици 6.3.1. приказана је локација новог корита Дунавца, као и положај канала. Новог корито Дунавца ће прихватати воде из канала 9, као и воде из система за одводњавање површинског копа „Дрмно“. Сви заштитни канали (осим канала 4-5) ће се уништавати са напредовањем површинског копа ка северу (ка Дунаву).



Слика 6.3.1. Положај канала и новог корита Дунавца у приобаљу Дунава

7. ЗАКЉУЧАК

Узимајући у обзир све факторе, који су претходно изложени и детаљно анализирани а који непосредно утичу на експлоатацију површинског угљеног копа „Дрмно“, долази се до закључка да је сама експлоатација у великој мери неповољна због изузетно великих трошкова адекватног система за заштиту од подземних и површинских вода и његовог одржавања.

Ако се такође узме у обзир да површински угљени коп „Дрмно“, по својим производним капацитетима и резервама угља лигнита, после површинског угљеног копа „Колубара“ заузима друго место у Србији и да је као такав од изузетног значаја за снабдевање Термоелектрана Костолац А и В (јер је потреба за енергијом све већа а планирана је и изградња новог блока) долази се до закључка да ће се експлоатација

наставити док постоје резерве угља лигнита а самим тим постојаће и константна потреба за квалитетним системом за заштиту од подземних и површинских вода.

Напредовањем копа и приближавањем ка старом речном кориту Дунава – Дунавцу, па и самом Дунаву интензивира се инфилтрација речних вода у повлатне водоносне насlage лежишта угља. Ово условљава све интензивнију оводњеност радне средине површинског копа и све већу потребу за што бољим функционисањем објеката одводњавања.

Правилно функционисање система за заштиту од подземних и површинских вода је од пресудног значаја за експлоатацију површинског копа Дрмно а правилно функционисање претходно поменутог система детерминисано је квалитетним одржавањем. На одржавање треба посебно ставити акценат јер се показало да до сада није било на нивоу на коме би требало да буде.

Од изузетног значаја за систем одводњавања површинског копа би било када би се оформио посебан систем за наводњавање пољопривредног земљишта равнице „Стиг“, која се налази у непосредној близини и тада би се постигао двоструко позитиван ефекат. Систем за одводњавање површинског копа би се растеретио и не би више било проблема са вишком испумпане воде и са водом која се враћа, са друге стране пољопривредно земљиште би било квалитетније због редовног заливања и не би зависило од временских услова у том смислу.

У току 2011 године, на површинском копу „Дрмно“ укупан број бунара износио је 313, док је број активних бунара 254 (81,15%). Источни део LC-XII линије је у раду и потребно је у што краћем року пустити у рад бунаре који се налазе у западном делу LC-XII линије.

Почетком 2012. године планирано је пуштање у рад бараже LC-XIII (89 бунара) и 6 бунара бараже ŠLA. Израда бараже бунара LC-XIV предвиђена је за 2013. годину, а њено пуштање у рад према постављеној динамици за почетак 2014. године. Од 2014. године до краја експлоатације на површинском копу „Дрмно“, предвиђена је израда још 6 баража бунара (од LC-XV до LC-XX).

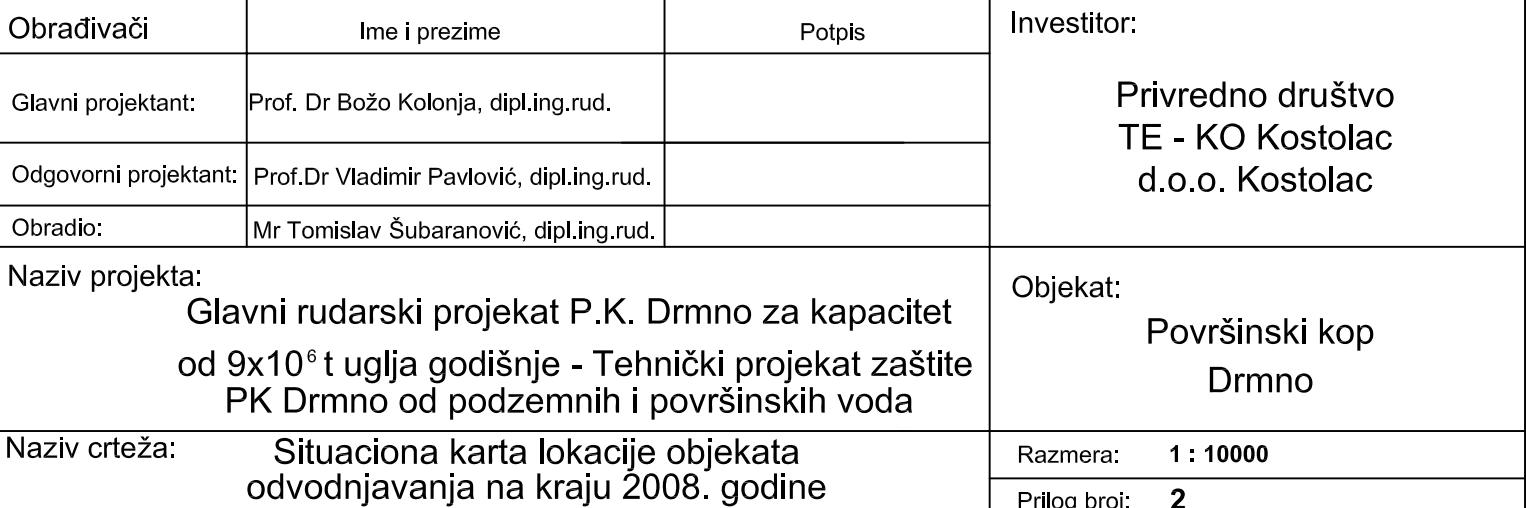
Од великог је значаја правовремено извођење објеката за дубинско и површинско одводњавање. Одржавањем баража бунара А и В као и интензивирањем израде бунара С, који се налазе испред фронта радова, у предвиђеном року, могуће је постићи жељене ефекте одводњавања.

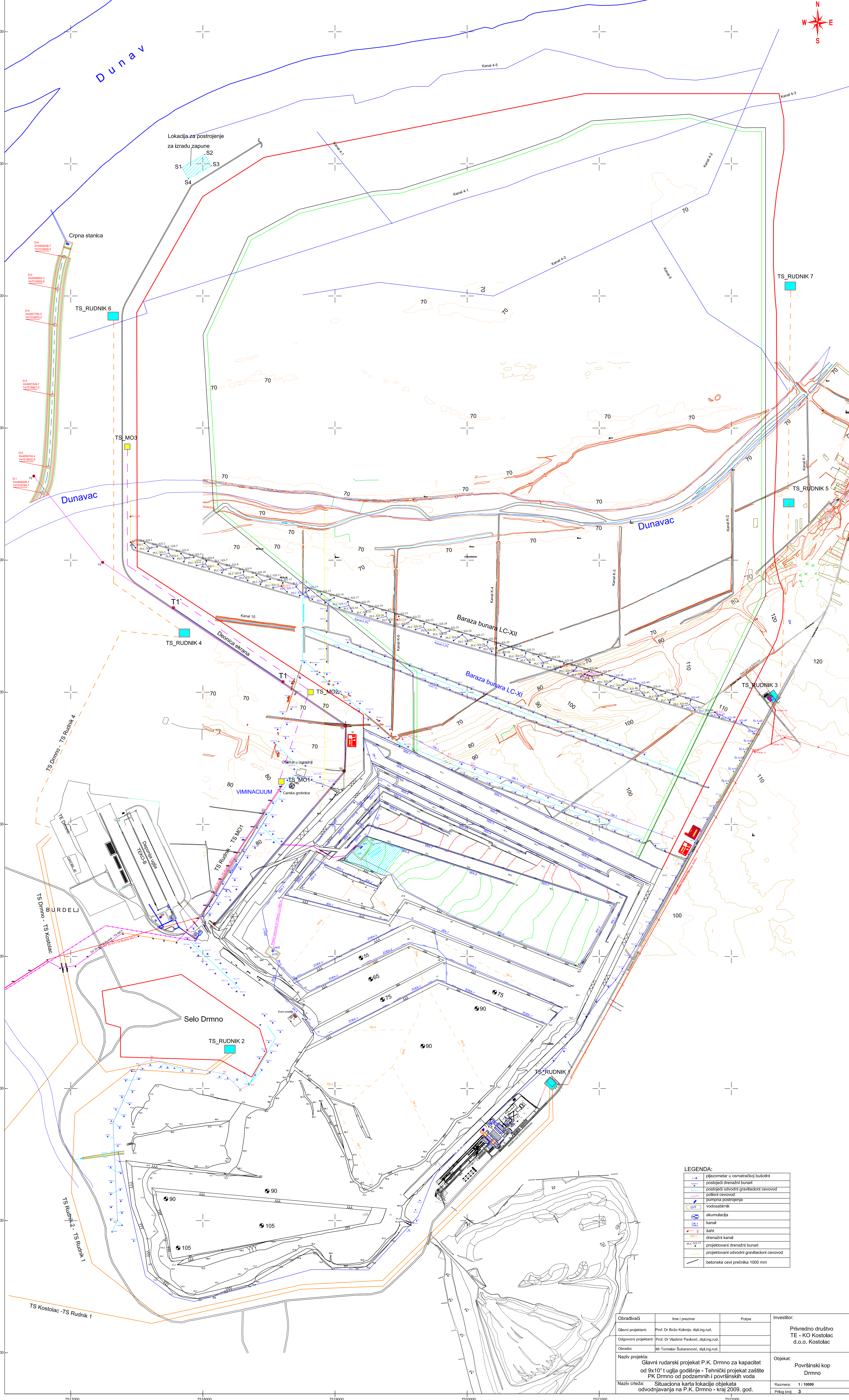
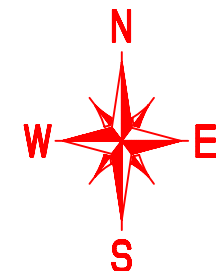
ЛИТЕРАТУРА:

1. Група аутора: Главни рударски пројекат површинског копа „Дрмно“ за капацитетод 9х106 тона угља годишње; Рударско-геолошки факултет, Београд, 2009.
2. Група аутора: Књига II.5 Технички пројекат заштите површинског копа „Дрмно“ од подземних и површинских вода; Рударско-геолошки факултет, Београд, 2009.
3. Служба мониторинга и дубинског одводњавања Георада-а: Извештај о раду дренажног система бунара за месец фебруар са прогнозом ефеката одводњавања за крај марта 2001. године; Георад д.о.о., Дрмно, 2011.
4. Локин П. и други: Пројекат геолошких истраживања лежишта угља „Дрмно“; Рударско-геолошки факултет, Београд, 2005.
5. Лазих М.: Студија хидрогеолошких карактеристика Костољачког угљоносног басена са приказом водних ресурса; Рударско-геолошки факултет, Београд, 2010.
6. Павловић В.: Упрошћени рударски пројекат одвођења вода по западној граници површинског копа „Дрмно“, Анекс - Одвођење вода из бунара баража LC-XII, LB-V и ŠLA; Рударско-геолошки факултет, Београд, 2010.
7. Матић В., Гламочанин Л.: Елаборат о резервама угља лежишта „Дрмно“; Георад д.о.о., Дрмно

ПРИЛОЗИ:

Број прилога	Назив прилога	Размера
Прилог 2.	Ситуациона карта локације објеката одводњавања на површинском копу Дрмно – крај 2008. године	1:10000
Прилог 3.	. Ситуациона карта локације објеката одводњавања на површинском копу Дрмно – крај 2009. године	1:10000
Прилог 4.	Ситуациона карта локације објеката одводњавања на површинском копу Дрмно – крај 2010. године	1:10000
Прилог 5.	Ситуациона карта локације објеката одводњавања на површинском копу Дрмно – крај 2011. године	1:10000
Прилог 6.	Ситуациона карта локације објеката одводњавања на површинском копу Дрмно – крај 2012. године	1:10000
Прилог 7.	Ситуациона карта локације објеката одводњавања на површинском копу Дрмно – крај 2013. године	1:10000
Прилог 8.	Ситуациона карта локације објеката одводњавања на површинском копу Дрмно – крај експлоатације	1:10000

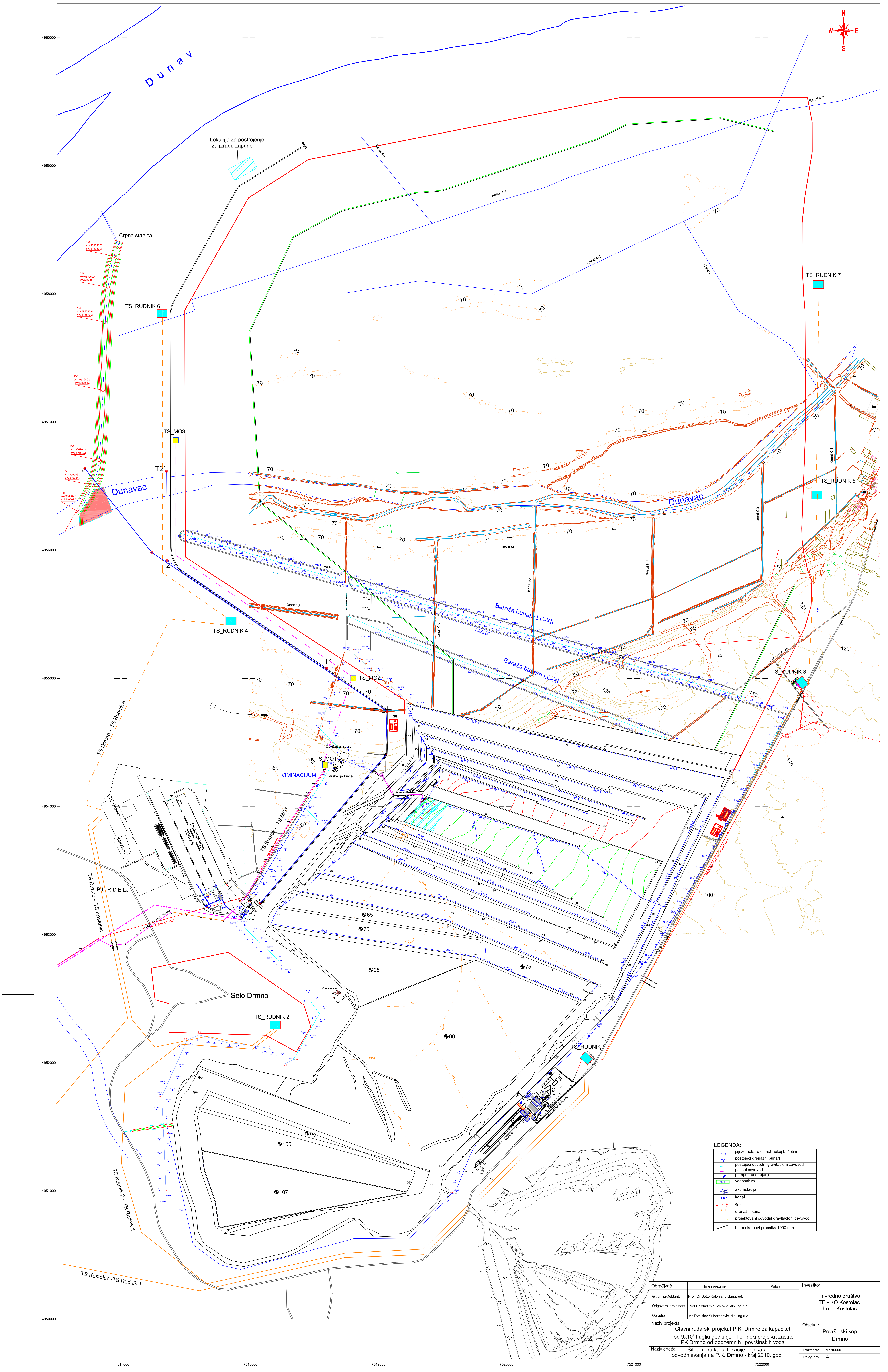




LEGENDA:

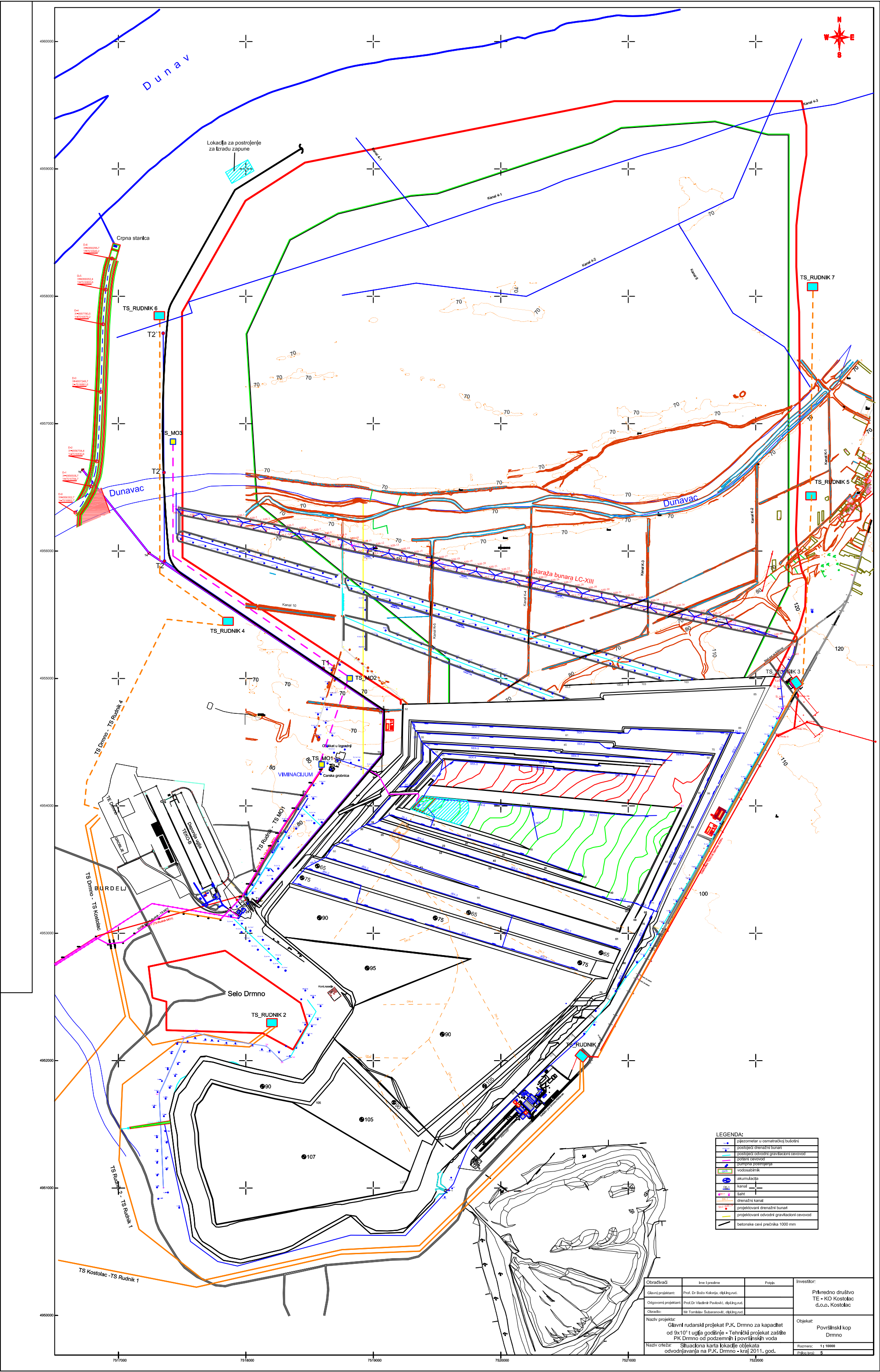
	prijemnik u osmatračkoj bušotini
	postojed drenazni bunari
	postojed odvodni gravitacioni cevovod
	površni cevovod
	površni posredovanja
	vodosabirnik
	akumulacija
	kanal
	sant
	drenazni kanal
	projektovan drenazni bunari
	projektovan odvodni gravitacioni cevovodi
	betonske cevi prečnika 1000 mm

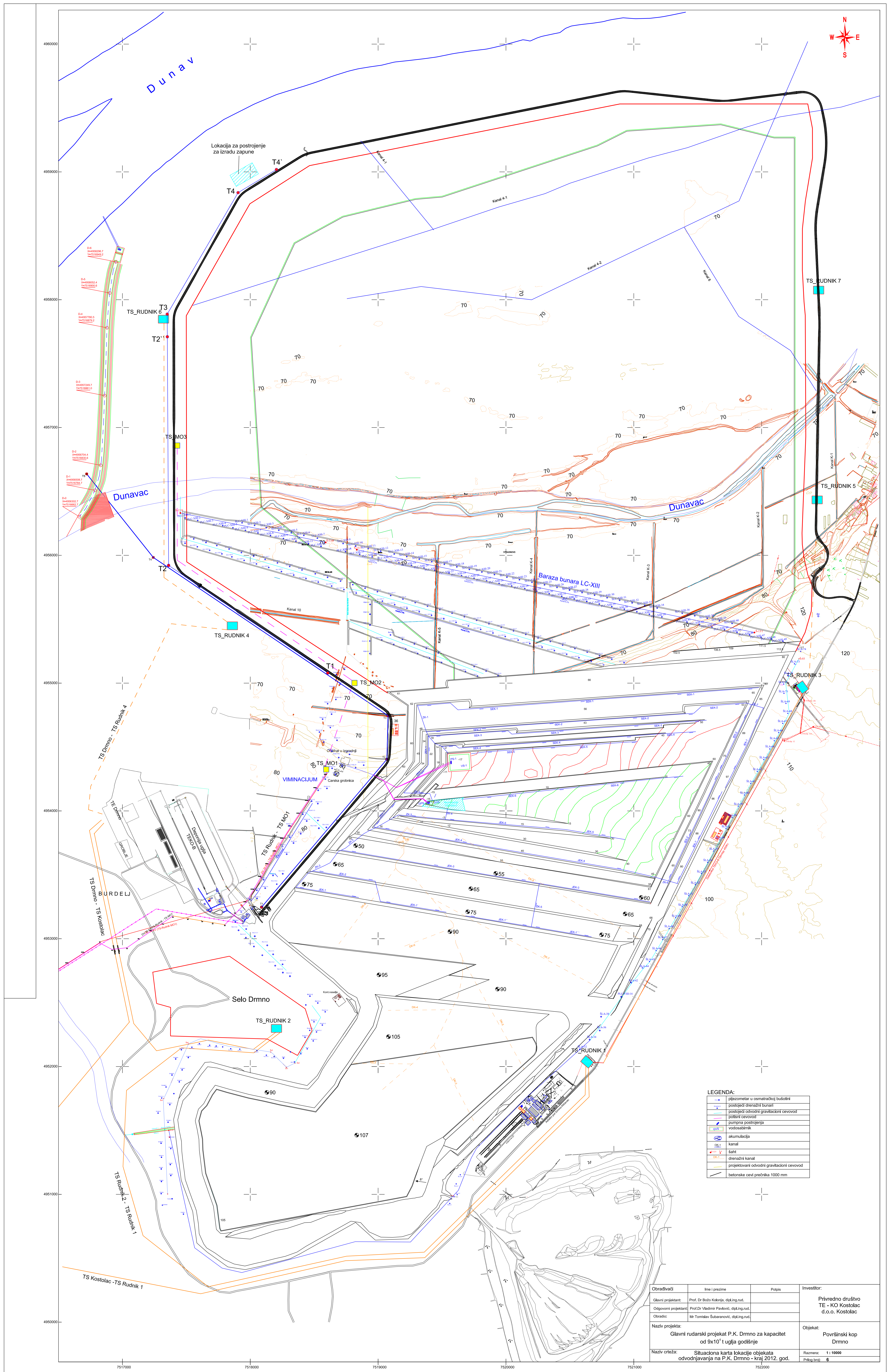
Obradivci	Ime i prezime	Polis	Investitor:
Glavni projektant:	Prof. Dr. Božo Kocić, dipl.ing.nud.		Privredno društvo TE - KO Kostolac d.o.o. Kostolac
Odgovorni projektant:	Prof. Dr. Vladimir Pavlović, dipl.ing.nud.		
Obradio:	Mr. Tomislav Šubaranović, dipl.ing.nud.		
Naziv projekta:			Objekat:
Glavni rudarski projekat P.K. Drmno za kapacitet od 8x10 ⁴ t uglja godišnje - Tehnički projekat zaštite PK Drmno od podzemnih i površinskih voda			Površinski kop Drmno
Naziv crteža:			Skala:
Situaciona karta lokacije objekata odvodnjavanja na P.K. Drmno - kraj 2009. god.			1 : 10000
			Prilog broj: 3

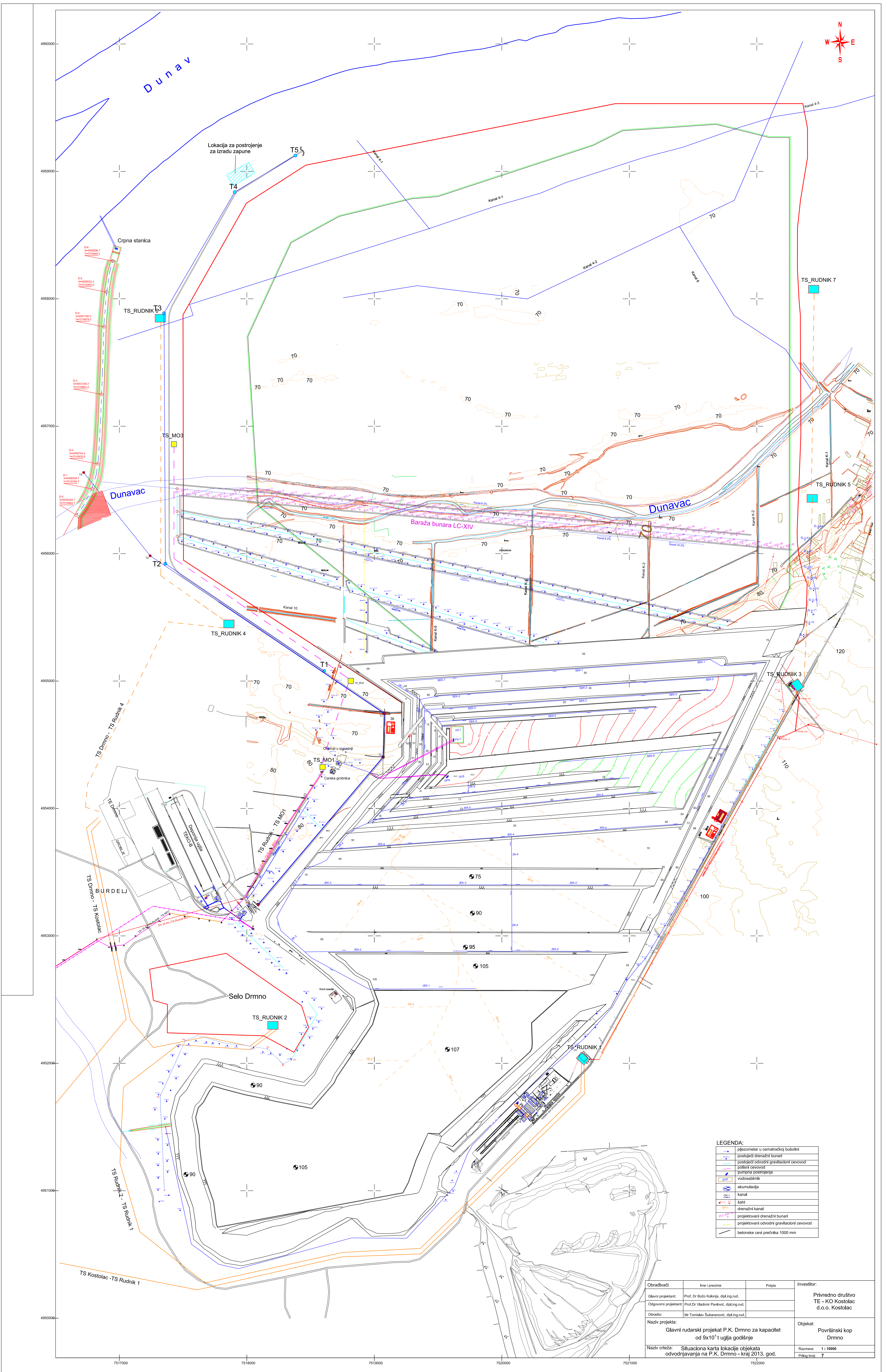


Objekt:	Površinski kop Drmno
Investitor:	Privredno društvo TE - KO Kostolac d.o.o. Kostolac
Glavni projektant:	Prof. Dr. Božo Kolar, dipl.ing.nud.
Odgovorni projektant:	Prof. Dr. Vladimir Pavlović, dipl.ing.nud.
Obradio:	Mr. Tomislav Subarović, dipl.ing.nud.
Objekt:	Površinski kop Drmno
Skala:	1:10000
Proj. broj:	4

Obradivci:	Ime i prezime	Potpis	Investitor:
Glavni projektant:	Prof. Dr. Božo Kolar, dipl.ing.nud.		Privredno društvo TE - KO Kostolac d.o.o. Kostolac
Odgovorni projektant:	Prof. Dr. Vladimir Pavlović, dipl.ing.nud.		
Obradio:	Mr. Tomislav Subarović, dipl.ing.nud.		
Naziv projekta:			Objekt:
Glavni rudarski projekat P.K. Drmno za kapacitet od 9x10 ⁶ t uglja godišnje - Tehnički projekat zaštite PK Drmno od podzemnih i površinskih voda			Površinski kop Drmno
Naziv crteža:			Skala:
Situaciona karta lokacije objekata odvodnjavanja na P.K. Drmno - kraj 2010. god.			1:10000
			Proj. broj:
			4



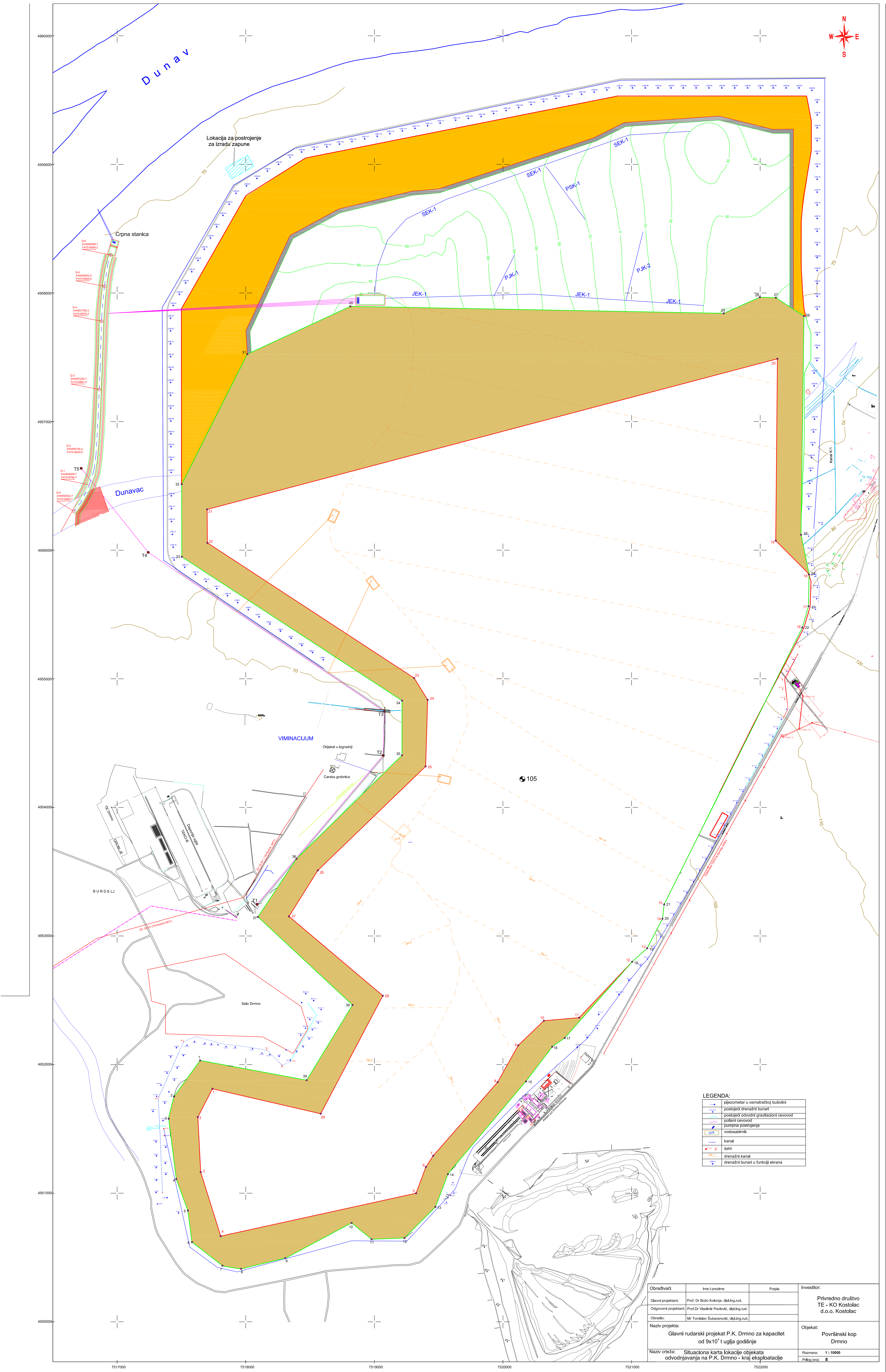




LEGENDA:

	pijezometar u osmatračkoj bušotini
	postojeći drenazni bunari
	postojeći odvodni gravitacioni cevovod
	poljski cevovod
	pumpna postrojenja
	vodosabirnik
	akumulacija
	kanal
	šah
	drenazni kanal
	projektovani drenazni bunari
	projektovani odvodni gravitacioni cevovod
	betonske cevi prečnika 1000 mm

Obradivci:		Ime i prezime	Potpis	Investitor:
Glavni projektant:	Prof. Dr.Božo Kolarica, dipl.ing.rud.			Privredno društvo TE - KO Kostolac d.o.o. Kostolac
Odgovorni projektant:	Prof.Dr.Vladimir Pavlović, dipl.ing.rud.			
Obradio:	Mr.Tomislav Ščabranović, dipl.ing.rud.			
Naziv projekta:				Objekt:
Glavni rudarski projekat P.K. Drmno za kapacitet od 9x10 ⁴ t uglja godišnje				Površinski kop Drmno
Naziv crteža:				Skala: 1 : 10000
Situaciona karta lokacije objekata odvodnjavanja na P.K. Drmno - kraj 2013. god.				Prilog broj: 7



LEGENDA:	
	piezometar u osmatračkoj bušotini
	postrojenje drenazni bunari
	postrojenje odvodni gravitacioni cevovod
	podizni cevovod
	pumpna postrojenja
	vodosabirnik
	kanal
	šah
	drenazni kanal
	drenazni bunari u funkciji ekrana

Obradivaci	Ime i prezime	Potpis	Investitor
Glavni projektant:	Prof. Dr. Božo Kolarica, dipl.ing.rud.		Privredno društvo TE - KO Kostolac d.o.o. Kostolac
Odgovorni projektant:	Prof. Dr. Vladimir Pavlović, dipl.ing.rud.		
Obradilo:	Mr. Tomislav Subarović, dipl.ing.rud.		
Naziv projekta:			Objekat:
Glavni rudarski projekat P.K. Drmo za kapacitet od 9x10 ⁶ t uglja godišnje			Površinski kop Drmo
Naziv crteža:			Razmjer:
Situaciona karta lokacije objekta odvođenja na P.K. Drmo - kraj eksploatacije			1 : 10000
			Približ. broj:
			8