

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: 710/2011

Александар З. Милојковић

**Методологија управљања системом за
одводњавање Копа “Дрмно”
завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. . Др Милун Ј. Бабић-ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Методологија управљања системом за одводњавање Копа “Дрмно”

Пројектни задатак

Студентски тим који сачињавају: Владимир Милијановић, Милош Митровић, Мирослав Миладиновић и Александар Милојковић, има задатак да уради студију Система за одводњавање на површинском копу „Дрмно“.

Циљ је да се осветли улога овога система и његов значај за нормалан откоп угља 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 „Георада“, решено је да се у оквиру замишљене студије ураде четири подстудије које својим обимом и садржајем одговарају захтевима које мора да има један завршни рад на основним студијама енергетике и процесне технике на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу.

Унутар тимска подела посла налаже студенту Александру З. Милојковићу да уради уводни сегмент студије који носи назив „Методологија управљања системом за одводњавање Копа Дрмно“, који треба да:

- уведе читаоца у материју,
- прикаже факторе (природни фактори, хидрографске прилике, геолошке карактеристике, режим подземних вода) који утичу на одбрану површинског копа од вода,
- елаборира постојеће стање заштите површинског копа и одлагалишта од вода (заштита површинског копа од површинских вода, заштита површинског копа од подземних вода, заштита одлагалишта од површинских вода, заштита одлагалишта од подземних вода),
- опише концепцијско решење заштите од површинских и подземних вода, изнесе приказ система за управљање одводњавањем подземних и површинских вода, дефинише управљачку структуру IS-о (информациони систем) и систем за надзор и управљање системом одводњавања,
- 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 „Георада“, на чему им се најлепше захваљујем.

Кључне речи: Одводњавање, површински коп, баража бунара, водосабирник, информациони систем, SCADA, pumpe

Methodology of the drainage system for the open pit "Drmno"

Terms of Reference

Student team consisted of: Vladimir Milijanovic, Miloš Mitrovic, Miroslav Miladinovic i Aleksandar Milojkovic, is given a task to do a study of the drainage system in the open pit "Drmno".

The aim is to clarify the role and importance of this system for the Excavation Site normal coal supply for power plant "Kostolac", and then to explore its main features, the methodology of managing this system and to indicate directions for further expansion and development.

After consulting team members and the experts in "Georada", it is decided to do a study consisted of four sub- studies which with their scope and content meet the requirements that one final work on the fundamental studies of energy and process engineering at the Faculty of Engineering Sciences in Kragujevac must have.

Division of labor inside the team requires from the student Alexander Z. Milojković to do an introductory segment for the study entitled "Methodology of the drainage system Drmno", which should:

- Introduce the reader into the matter,
- Show the factors (natural factors, hydrographic conditions, geological features, groundwater regime) which affect the defense of open pit from water,
- Elaborate on the current protection of the open pit and dump from the water (protection of the open pit from surface water, protection of surface mining from groundwater, protection of the disposal from surface water, protection of the landfill from groundwater),
- Describe the conceptual solution for the protection from surface and groundwater, present display system for the management of underground and surface drainage, defines the management structure of the IS (information systems), system monitoring and management of drainage
- Present appropriate conclusions.

I want to emphasize that while preparing terms of reference for this study, me and members of the student team had the help from leading experts and competent people of "Georada", for which I sincerely thank them.

Keywords: Drainage, open pit, play-offwells, wather-collector, information systems, SCADA, pumps

Садржај

1. Увод.....	5
2. Фактори коју утичу на одбрану површинског копа од вода	6
2.1 Природни фактори	6
2.2 Хидрографске прилике	7
2.3 Геолошке карактеристике	9
2.4 Režim podzemnih voda	12
3. Постојеће стање заштите површинског копа и одлагалишта од вода	15
3.1 Заштита површинског копа од површинских вода	15
3.2 Заштита површинског копа од подземних вода	17
3.3 Заштита одлагалишта од површинских вода	21
3.4 Заштита одлагалишта од подземних вода	22
4. Концепцијско решење заштите од површинских и подземних вода	23
4.1 Концепцијско решење заштите од подземних вода	23
4.2 Концепцијско решење заштите од површинских вода	24
4.3 Дренажни бунари	24
4.4 Vodonепropusni ekran	27
4.5 Хоризонталне бушотине	28
4.6 Етажни и дренажни канали	28
5. Системи за управљање одводњавања подземних и повершинских вода	30
5.1 Управљачка структура IS-о (информациони систем)	30
5.2 Надзор и управљање системом одводњавања	37
6. Закључак	44
7. Литература	45

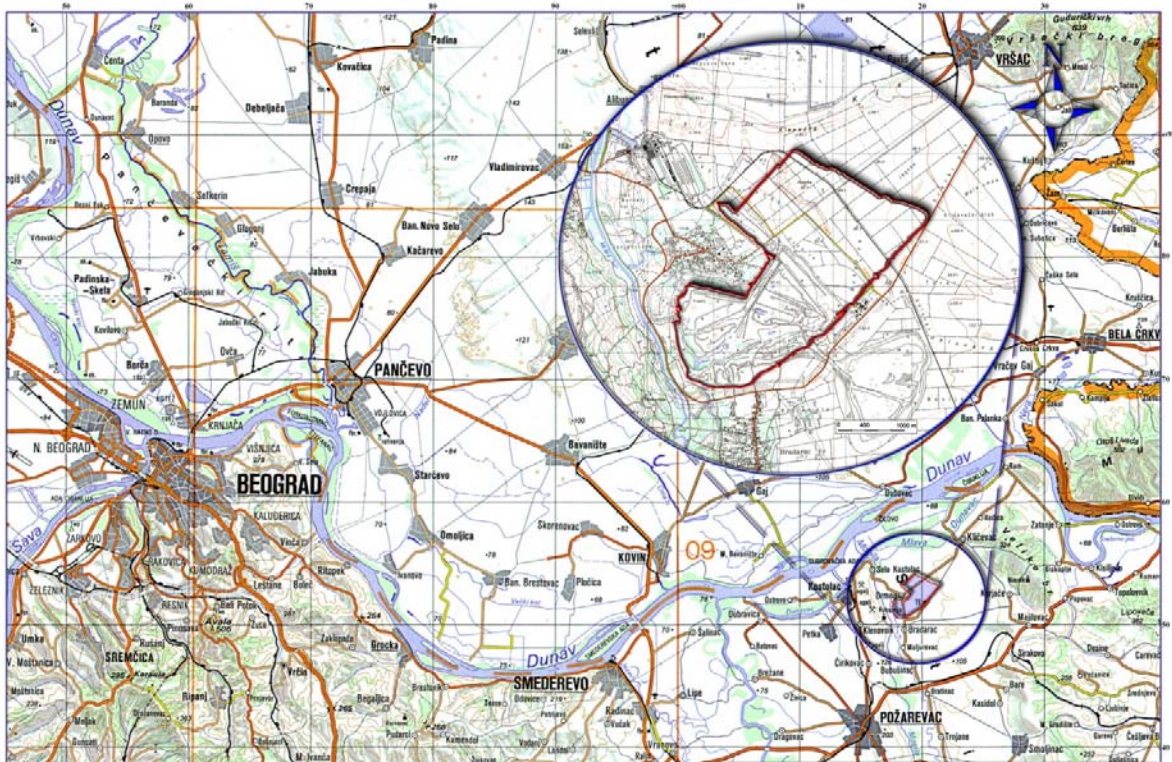
1. Увод

Технолошки процес одводњавања, у оквиру површинске експлоатације минералних сировина, зависи од бројних утицајних параметара, који са развојем површинске експлоатације попримају све сложеније облике. Развојем откопне механизације, транспортних система, постројења за прераду минералних сировина итд., површински копови су дубљи и захтевају све веће радне површине. Са већим дубинама услови одводњавања површинских копова су сложенији што има за последицу већи број објеката одводњавања, као и разноликост техничких решења, која прате технолошки процес одводњавања. Ово се посебно односи на површинске копове угља, са великим коефицијентом оводњености, као што је случај са површинским копом “Дрмно” Костолачког угљеног басена. На површинском копу “Дрмно” неопходно је за тону угља одстранити из радне средине 2 до 3 m³ воде, што за пројектованих 6,5 милиона тона угља захтева систем одводњавања који годишње треба да одстрани од 13 до 20 милиона m³ воде. Треба истаћи да на површинском копу “Дрмно” има око 200 бунара, 300 пијезометара, 5-6 водосабирника, етажних и ободних одводних канала, водонепропустан екран (1500 метара) и систем гравитационих цевовода (3-4 хиљаде метара), што намеће потребу изградње информационог система за оптимално вођење и управљање овако сложеним технолошким процесом.

2. Фактори коју утичу на одбрану површинског копа од вода

2.1 Природни фактори

Лежиште Дрмно обухвата терен површине око 50 km², 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 км до Пожаревца и око 4 км до Костолаца) - Слика 2.1.



Слика 2.1. Географски положај површинског копа Дрмно

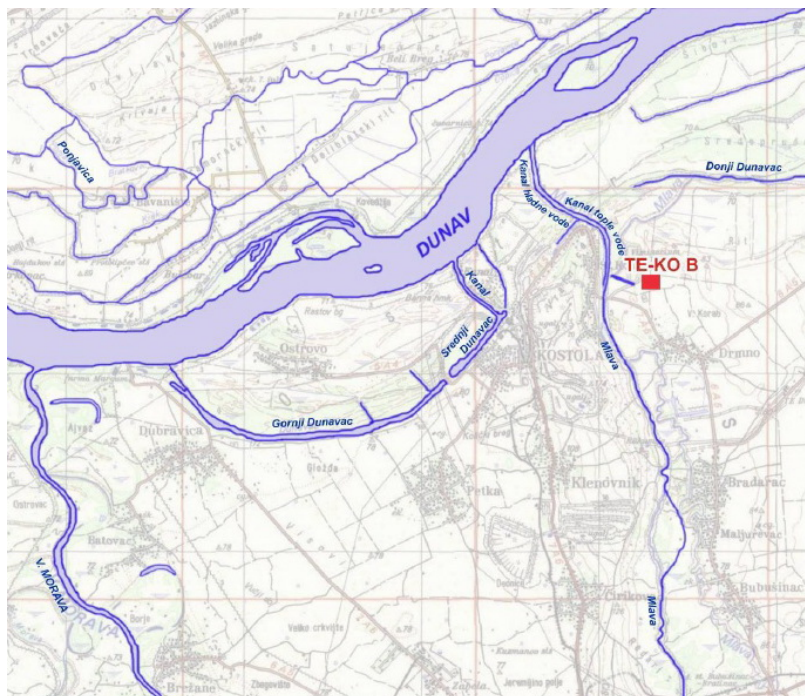
Маркантни објекти изнад лежишта угља Дрмно сусело Дрмно и Термоелектрана Костолац В.
У откопаном делу лежишта је унутрашње одлагање отворне.
У граничним аreamа лежишта су:

- на западу: Млава и Пожаревачка гредас манастиром Рукумија,
- на северу: Мали Дунав (Дунавац), мочварно-шумски предео Храстовачеи Дунав,

- на истоку село Кличеваци
- на југу: спољашње одлагалиште откритог киселог брдаца.

2.2 Хидрографске прилике

У хидрографском погледу, основно обележје терену даје река Дунав као најнижи локални ерозионни базис. Непосредно дуж западног обода лежиште угља Дрмно, протиче река Млава која се код Старог Костолца, улива у Дунав као њена десна притока (Слика 2.2.). 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 Дунавац), 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 и 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 2.2. 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 водоплавна 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 0,92о/оо, средњег 3,32 о/оо, а горњег 2,8 о/оо.

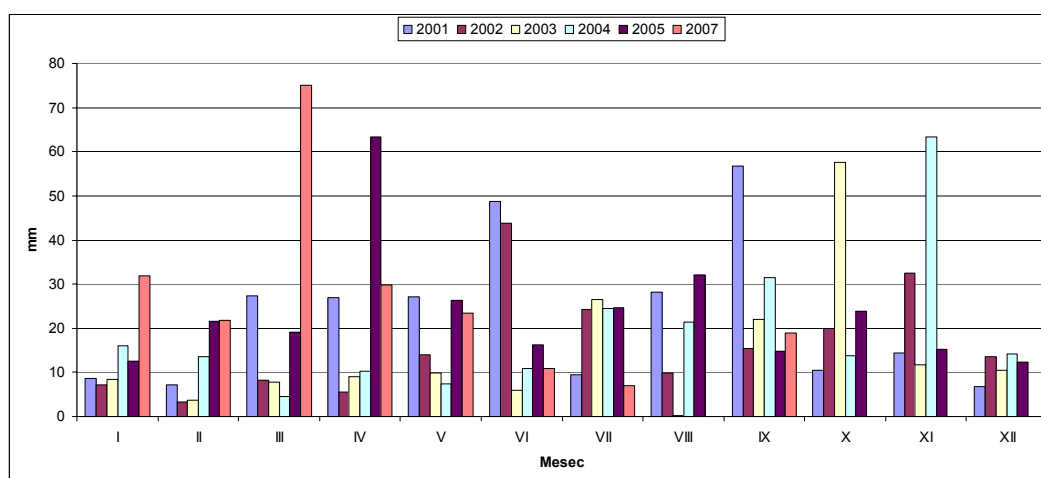
Најкишовитији је месец јун са просечном сумом падавина од 91,3 mm, а месец са најмањом висином падавина је октобар са просеком од 43,7 mm.

У току пролећа се излучи највећа количина падавина, просечно 214 mm, 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 талоба износи од 600 до 640 mm. Најбогатији падавинама је месец мај са 120 l/m², а најсиромашњији септембар са 40 l/m². Карактеристике поднебља 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 2.3. .



Слика 2.3. Максималне дневне падавине на Дрмну за период 2001-2007.

2.3 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 (Pз) 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 епидот-актинолитских 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 (M1), отнанг-карпата (M21), бадена (M22), сармата (M31), панона (M32), понта (M33) и романа (Пл3), 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 (M1) 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 (M21). 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 (M22) Маринске творевине бадена изграђене су од: пешчара, лапораца и алевролита, а у мањој мери и конгломерата, конгломератичних пешчара и органогених кречњака.

Сармат (M31) Сарматске седименте изграђују глиновити и песковити лапорци, лапоровите глине, лапоровито-глиновити пешчари, ређе шљунак и кварцни пескови. Ови седименти леже конкордантно преко старијих седимената.

Панон (M32) 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 м, док дебљина читаве серије износи више од 40 м.

Понт (M33) 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 (1M33) У подину трећег угљеног слоја издвојена је серија пескова различитих гранулација са слојевима и прослојцима угљевитих глина и глина зелено-плаве боје.

Горњи понт (2M33) Продуктивна серија горњег понта обухвата наслаге 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 м, просечно 16,9 м. 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.

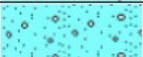
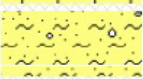
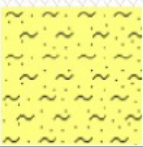
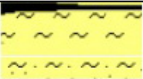
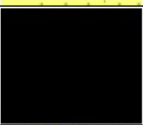
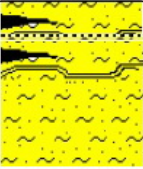
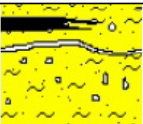
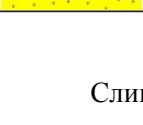
Непосредну подину III угљеног слоја чине тамносиве и тамнозелене глине са прослојцима угља и угљевите глине. Други (II) угљени слој развијен је у северном, северозападном и западном делу поља Дрмно, док је у централном, источном и јужном делу еродован. Дебљина слоја у пољу Дрмно креће се од 0,05 до 11,2 м, просечно 3,17 м. Дебљина чистог угља креће се од 0,05 м до 6,0 м, а просечна износи 2,62 м. Прослојке јаловине унутар II угљеног слоја изграђују углавном угљевите глине дебљине од 0,3 м до 9,0 м, просечно 0,53 м. 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 м а њихова просечна дебљина је 11,69 м.

Роман (P13) 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 (Q1) је представљен еолским и барским лесом и лесоидним глинама. На локалитету површинског коп Дрмно, дебљина лесних наслага износи око 15 м.

Холоцен (Q2) Холоцену припадају наслаге делувијалних, пролувијалних и алувијалних седимената. *Еолски песак (n)* се јавља у алувијалној равни Дунава, има особине еолског наноса и генетски је повезан са алувијалном подином. Дебљине је од 1 до 5 m.

STAROST			GRAFIČKI PRIKAZ	DEBLJINA (m) od - do	LITOLOŠKI OPIS
KENOZOIK (Kz)	KVARTAR (Q)	HOLOCEN (Q ₂)		0,1 – 43,5	Sivi pesak i šljunak različite granulacije
				0,3 – 34,9	
		PLEISTOCEN (Q ₁)		0,3 – 45,9	Les eolskog i barskog porekla sa lesoidnim glinama
	TERCIJAR (Tc)	ROMAN (Pl)		do 120	Šljunak, pesak, gline i alevrit
				0,7 – 56,3	Pesak i gline
		GORNJI PONT (M _g ²)		0,1 – 11,2	II ugljeni sloj Ugalj sa proslojcima ugljevitih gline
				0,1 – 125,6	Pesak raznih granulacija i gline
				0,2 – 40,9	III ugljeni sloj Ugalj sa proslojcima ugljevitih gline, glinovitog peska
				>150	Pesak i gline sa proslojcima uglja
		D. PONT (M _g ²)		>200	Gline, laporci, peskovi, alevriti i šljunkovi, ugljevite gline i ugalj
		PANON (M _g ¹)		>200	Gline, laporci, peskovi, alevriti i šljunkovi, ugljevite gline i ugalj

Слика 2.4. Геолошки стуб терена

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

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

Алувијум (a) је формиран дуж речних токова Дунава и Млаве. Изграђују га шљункови и пескови фације корита, затим пескови и алеврити фације поводња (ap), 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.

2.4 Режим подземних вода

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

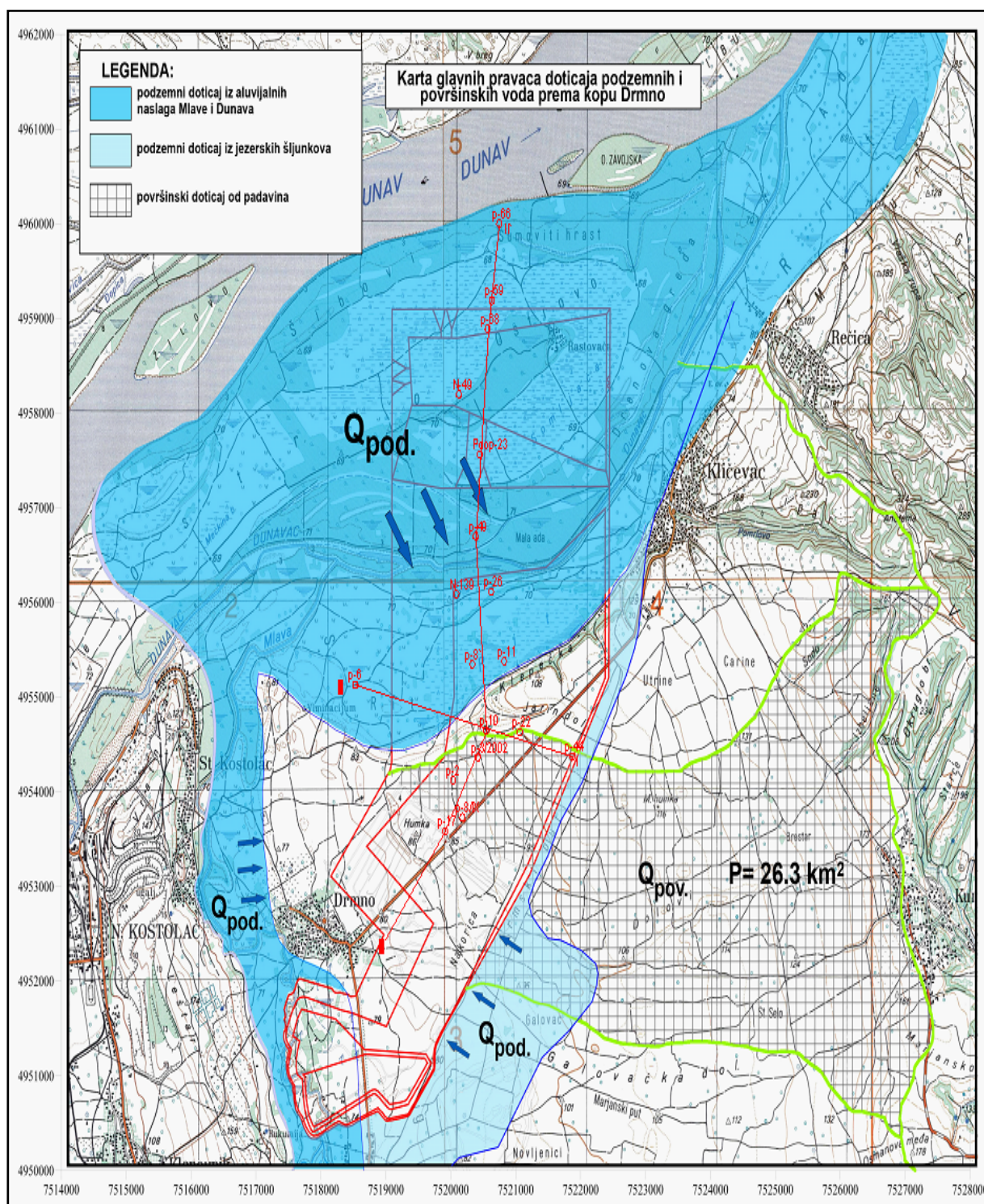
- површинских токова (Дунав, Млава), који су природне границе лежишта угља Дрмно и који су са речним рукавцем-Дунавцем главни извори прихрањивања кровинске збијене издани, формиране у шљунковито-песковитим и песковитим седиментима;
- вертикалног биланса (инфилтрација падавина, испаравања, евапотранспирације);
- подземног дотока по контурама копа, на контакту водопрпусних и водонепрпусних 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 mm.

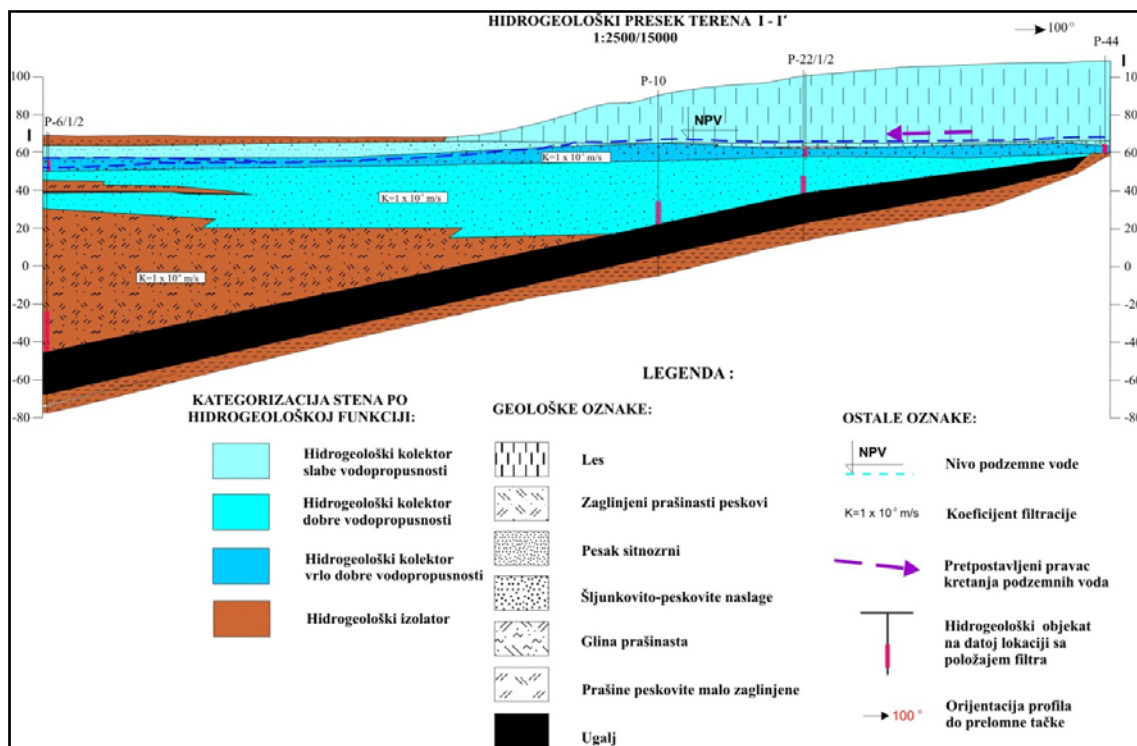
Подземне воде из шљункова (роман Pl3) су већином издрениране и ниво подземних вода у шљунковитом хидрогеолошком колектору се региструје искључиво у источном делу површинског копа (дуж бараже бунара ŠLA). Нивои подземних вода у понтским песковима, осцилују током времена у зависности од утицаја појединих 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. Сливови црпних станица су међусобно повезани (везним каналом бр.6) тако да је у раду само једна црпна станица.

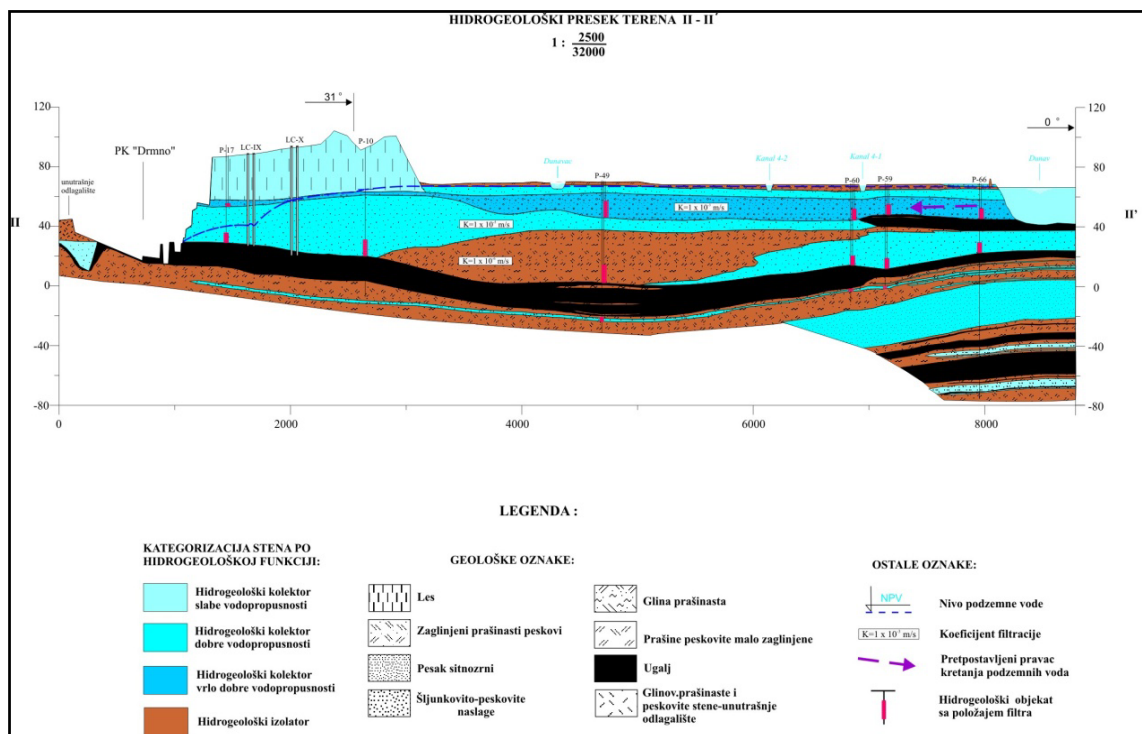
Главни правци дотицаја подземних и површинских вода ка површинском копу Дрмно приказани су на Слици.2.5., док су на Сликама 2.6. и 2.7. приказани хидрогеолошки профили правца запад-исток и југ-север са претпостављеним правцем кретања подземних вода.



2.5. Правци дотицаја подземних и површинских вода ка површинском копу Дрмно



Слика 2.6. Хидрогеолошки пресек терена пружања Z



Слика 2.7. Хидрогеолошки пресек терена пружања J-S

3. Постојеће стање заштите површинског копа и одлагалишта од 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.). Водосабирници су димензионисани за приливе површинских вода педесетогодишњег повратног периода.



Слика 3.1. 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 у главни водосабирник VS-1. На основу расположивих података у Табели.1. приказани су водосабирници и ангажована опрема.

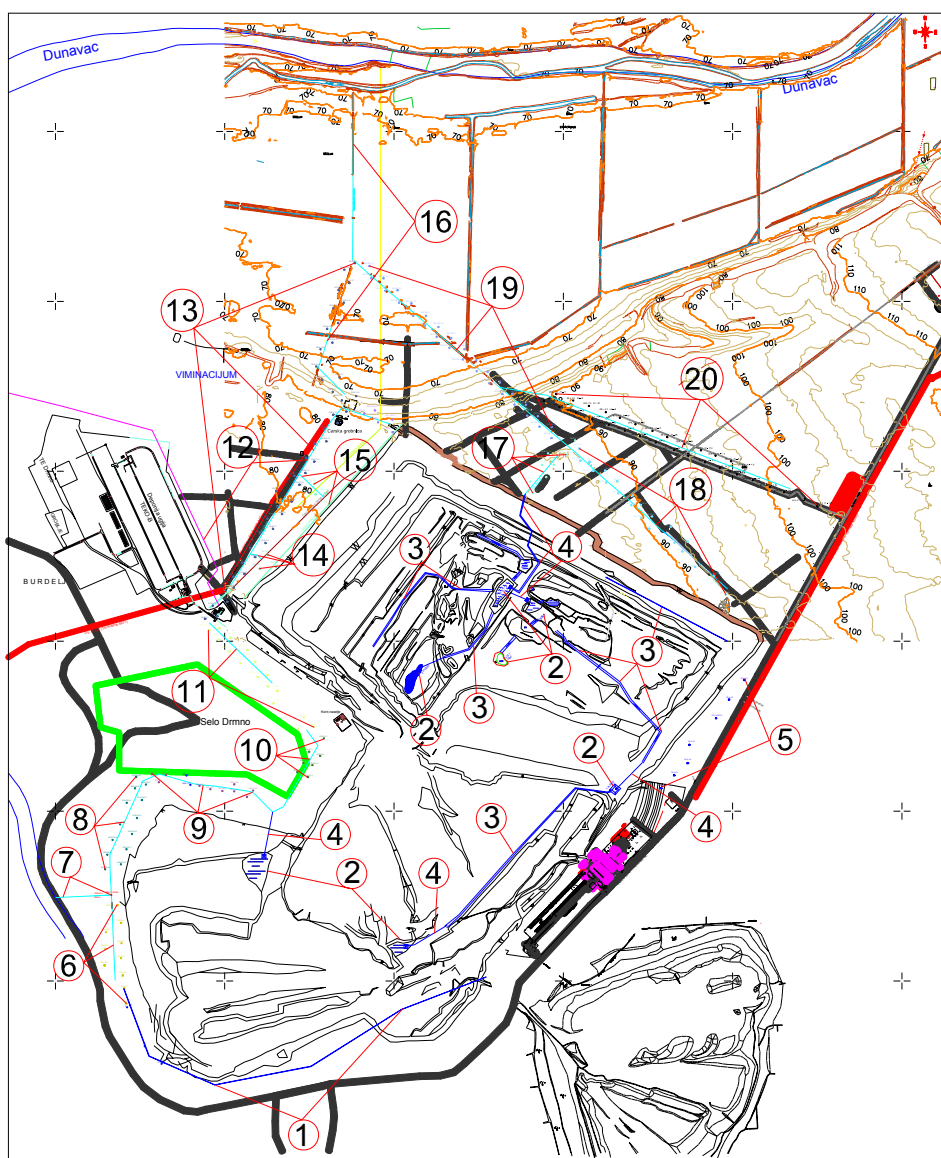
Водосабирник	VS-1		VS-2	VS-3	Интервентни водосабирници				
Ознака пумпе	BPV8 3/1	BPV8 3/2	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	MUP 80-100
Снага пумпе (kw) мотор	315	315	10	10	10	10	10	7.5	3

Tabela 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 дренирају водоносни хоризонт 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.)



Слика.3.2. Постојеће стање система заштите од подземних вода

- 1 - водонепропусни екран
- 2 - водосабирници 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-VIII 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 V су лоциране на западу и северозападу (LB-II, LB-III, LB-IV, LB-V и LB-V"), док су бараже С лоциране на североистоку (LC-IV, LC-V, LC-VI, LC-VII, LC-VIII', LC-IX, LC-IX' и 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.3.3.).

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 исталожавање суспендованог материјала из воде (Слика 3.4.).



Слика.3.3. Сабирна шахта



Слика 3.4. 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 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 3.5. и 3.6.).

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 коти од 70,7 m. Када ниво Млаве порасте изнад ове коте, вода из магистралног цевовода се затварањем вентила усмерава ка водосабирнику изграђеном близу преливне пумпне станице.



Слика 3.5. Изглед разделног резервоара са доводним (2*1200 mm) и одводним цевоводом Ø 1400 mm



Слика 3.6. Преливна пумпна станица и одводни челични цевовод Ø 1400 mm

На пумпној станици су инсталиране три пумпе снаге мотора од по 90 kw и збирног капацитета од 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 линија ŠLA урађена 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-IX и LB-V доводи 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 3.7. 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 3.7. Место улива одводне линије GOL-2 у Дунавац

3.3 Заштита одлагалишта од површинских вода

Заштита унутрашњег одлагалишта површинског копа Дрмно од површинских вода спроводи се етажним каналима, водосабирницима и пумпним постројењима Такође, у циљу заштите унутрашњег одлагалишта од површинских вода, етажне површи се израђују са падом како би се што мање воде задржавало на њима. Вода од атмосферских падавина се прикупља у водосабирницима-акумулацијама OVC-1 на југозападу унутрашњег одлагалишта и у OVC-2 на југу одлагалишта. Вода из OVC-1 се муљном пумпом снаге 10 kw преко потисног цевовода препумпава до шахте на одводном цевоводу OLC-4, док се вода из OVC-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.

Бунари у баражама LBII и LBIII 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 LBII, израђеним у продужетку екрана.

4. Концепцијско решење заштите од површинских и подземних вода

4.1 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.

Канали се израђују и на подини III угљеног слоја, односно на дну површинског копа. 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. Вода прикупљена преко пумпних агрегата и потисних цевовода препумпава се до главног водосабирника, или уколико је могуће ван радне контуре површинског копа. Главни водосабирник GBC се увек налази на најнижој коти површинског копа и са напредовањем фронта радова премешта се ка северу, све до краја експлоатације. 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, $N_m=150-110$ m, $P=315$ kw) то је планирано да оне и касније остану у употреби. Током 2008. године потребно је набавити

још 4 пумпе. На понтону морају бити 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, $N_m=180-140$ 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.

4.2 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 и подини угља,
- подземних вода у прашинасто песковитим наслагама који се налазе у непосредној кровини угља.

За комплексно решење одводњавања разматрана је комбинација више метода одводњавања, у зависности 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.

4.3 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 које 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 издани у телу унутрашњег одлагалишта, приоритет је да се спречи прилив воде из алувијалних наслага Млаве, а потом да се постепеним дренарањем изданских вода створе услови за даљу надоградњу унутрашњег одлагалишта.

У том циљу, за заштиту унутрашњег одлагалишта површинског копа Дрмно од подземних вода потребно је у 2008. години у продужетку водонепропусног екрана

израдити и активирати 4 бунара у баражи ŠLA, док је у баражи LB-II потребно оспособити 6 бунара и израдити 6 нових бунара и исте активирати .

На западној страни унутрашњег одлагалишта у 2008. години потребно је оспособити бунаре у баражама LB-III, LC-4 и LB-IV, како би се спречио прилив подземних вода у тело унутрашњег одлагалишта. Од 16 бунара бараже LB-III могуће је оспособити само 5 бунара, док је потребно израдити још 10 бунара. Од 21 бунара бараже LC-4 могуће је оспособити 9 бунара, док је потребно израдити још 7 бунара. Бунари баража LB-III и LC-4 биће у функцији до краја експлоатације.

Са напредовањем фронта радова на крају 2008. године већи део бунара баража LB-IV и LC-V (око села Дрмна) се гаси, па је потребно израдити нове бунаре. У баражи LB-IV остаће 3 бунара које треба ревитализовати, док је потребно израдити 1 бунар. У баражи LC-V остаће само 2 бунара које треба оспособити, а 10 бунара је потребно израдити. Бунари у овим баражама раде до краја експлоатације.

За заштиту површинског копа Дрмно од подземних вода са источне стране потребно је 2008. године, поред 7 постојећих бунара бараже ŠLA, израдити и пустити у рад још 17 бунара (од LC-IX до LC-XI). Такође, 2008. године потребно је направити и одводни гравитацијски цевовод OLŠLA До краја 2013. године потребно је према северу продужити одводни гравитацијски цевовод OLŠLA и израдити још 23 бунара у баражи ŠLA. Током 2013. године потребно је израдити и канал ОИК на источној страни у који ће се уливати вода из 7 бунара бараже ŠLA. Овај канал се улива у постојећи канал. Бунари из поменуте бараже функционишу до краја експлоатације.

На западној страни површинског копа Дрмно потребно је оспособити постојеће бунаре баража LC-V и LB-V. Током 2008. године потребно је израдити и пустити у рад 2 бунара бараже LB-V од бараже LC-IX до LC-XI. Током 2009. године потребно је израдити још 3 бунара бараже LB-V. Ови бунари дренажу водоносне слојеве изграђене од шљунка и песка. Поједини бунари бараже 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 (испред фронта напредовања радова) врши се изградом нових баража бунара. До краја експлоатације потребно је израдити још 10 баража бунара испред фронта напредовања радова. За дренажу прашинасто песковитих наслага у кровини угља примениће се помоћне методе одводњавања - систем хоризонталних бушотина и игло филтера. Током 2008. године потребно је пустити у рад баражу LC-XI са 56 бунара. Ови бунари дренажу истовремено шљунковити и песковити хидрогеолошки колектор. Баража се састоји из 2 линије бунара. Испумпана вода из ове бараже се одводним гравитационим цевоводом OLC-XI одводи до гравитационог цевовода GOL-2, па у Дунавац. До краја 2009. године предвиђена је изградња бараже LC-XII која се састоји из 2 линије са укупно 93 бунара. ŠLC-XII линија дренажу само шљунак, док линија PLC-XII дренажу и шљунак и песак. Пуштање у рад ове бараже бунара предвиђено је за почетак 2010. године.

Испумпана вода из бунара се одводним гравитационим цевоводом OLC-XII спроводи до гравитационог цевовода GOL-2, а затим у Дунавац.

Израда бараже LC-XIII са две линије и укупно 89 бунара предвиђена је за 2011. годину, док је њено пуштање у рад 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 израда бараже LC-XIV, која се састоји из две линије са 89 бунара, док је њено пуштање у рад предвиђено за почетак 2014. године. И код ове бараже, 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 испред фронта радова предвиђена је израда још 6 баража бунара (од LC-XV до LC-XX). Између новог водонепропусног екрана и завршних косина површинског копа у периоду од 2013. године па до краја експлоатације потребно је изградити бунаре на међусобном растојању од 100 m, који дренирају само песак.



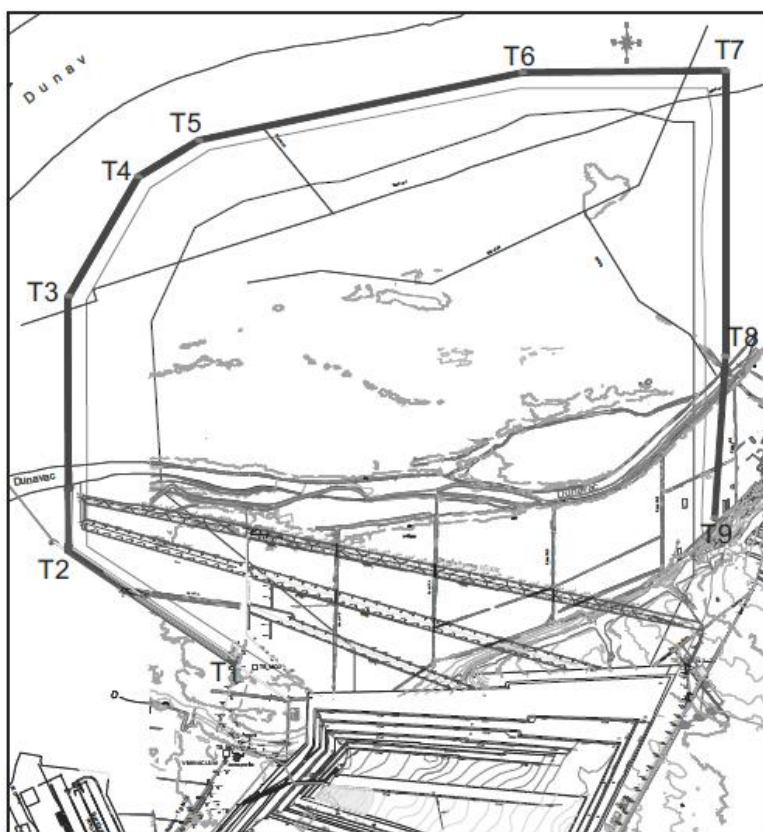
Слика 4.1. Дренажни бунар

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 фронта радова ка северу, бунари се скраћују, све док не буду потпуно уништени.

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 надвишењем унутрашњег одлагалишта и он се надграђује.

4.4 Водонепропусни екран

Водонепропусни екран (Слика 4.2) 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 запуном. Ова технологија је погодна за екране за веће дубине и радну средину у зрнстим материјалима и меким стенама.



Слика 4.2. Локација водонепропусног екрана на површинском копу Дрмно

Екран се ради са уклињењем у II или III угљени слој од 1 m или уклињењем у глине 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 запуну се 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 почиње 2009. године. Како је потребно прво набавити опрему и припремити трасу за израду екрана, то је предвиђено да се 2009. године изради 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..

4.5 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 50.

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 бушотина спроводи се у канале за одводњавање на етажама и даље у систем за површинско одводњавање. Хоризонталне бушотине се раде појединачно и са временским размаком. Дренирање водоносног слоја је постепено. Ако се у поступку бушења утврди да из једног водоносног слоја не опада капацитет истицања онда треба у непосредној близини поставити још бушотина истог пречника бушења. Хоризонталне бушотине су пречника 114 mm, а дужина бушотине је до 100 m, односно, за 2 ширине блока за откопавање. Бушотине се буше под благим углом према хоризонту, не већим од 50, ради лакшег избацивања избушене масе. Бушаћом гарнитуром се буше бушотине после проласка багера и откопавања блока на етажи.

При изради бушотине, ако не дође до појаве воде на дубини од 50 m, прекида се бушење и гарнитура пребацује на нову локацију бушотине.

4.6 Етажни и дренажни канали

Етажни канали прикупљају воду која буде истицала из косина и спроводе је до интервентних водосабирника или до главног водосабирника на дну површинског копа. Дренажни канали се постављају по подини угља и састоје се из главног и попречних дренажних канала. Развојем радова на откривци и угљу и повећањем фигуре унутрашњег одлагалишта дренажни канали биће прекривени одложеним материјалом. Дренирање воду из подинских пескова и воду која се инфилтрира кроз тело одлагалишта.

Главним одводним каналом дренирана вода из тела унутрашњег одлагалишта одводи се до водосабирника. Размак између канала износи 500 m, а укрштање канала са главним

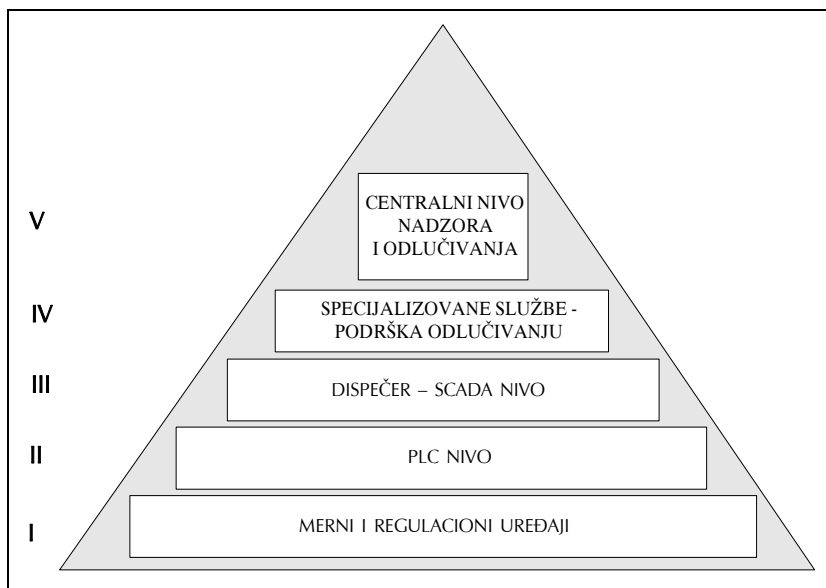
одводним каналом је под углом. Дренажни канали се раде хидрауличним багером кашикаром, а са изградом дренажних канала се почиње у 2008. години. Због могућности запушавања и прекида дренажних канала, предвиђена је изградња 7 дренажних водосабирника DV. Где је могуће дренажни водосабирници се формирају од постојећих главних водосабирника, дренажном испуном. Први дренажни водосабирник DV-1 се формира 2014. године. Вода из дренажних водосабирника се дренажним бунарима DB испумпа.

5. Системи за управљање одводњавања подземних и повершинских вода

5.1 Структура IS (информационог система)

Структура IS (слика 5.0.) мора имати следеће нивое:

- I НИВО - мерења процеса и непосредна управљачка дејства на процесе, односно, мерни регулациони уређаји,
- II НИВО - прикупљање података из производних и пратећих процеса и локална управљачка дејства - PLC ниво,
- III НИВО - диспечерски надзор процеса и повратна управљачка дејства - SCADA ниво,
- IV НИВО - специјализоване службе и системи за подршку и
- V НИВО - централни ниво надзора и одлучивања.



Слика 5.0. - Хијерархијска структура IS-a

I (први) НИВО обухвата мерне уређаје (аналогни и дискретни давачи, сензори итд.), за поједине релевантне параметре и производне технолошке параметре система.

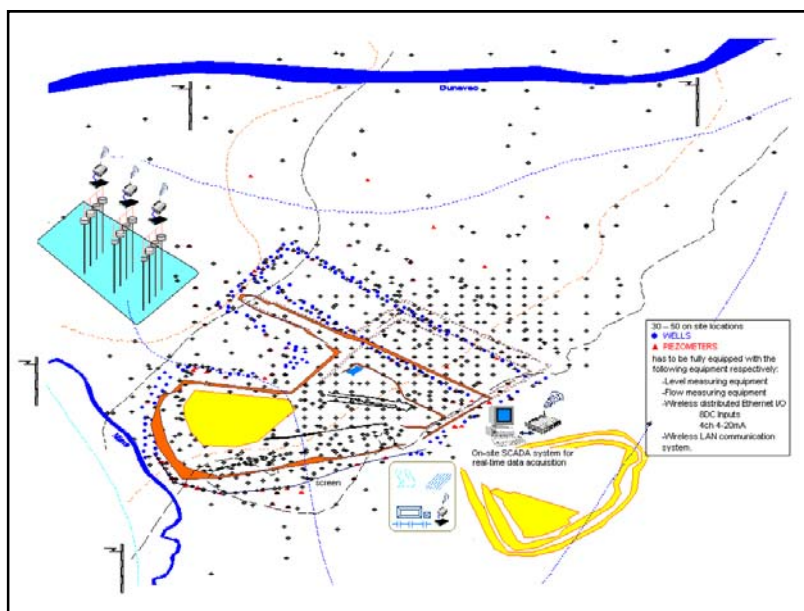
II НИВО прикупља податке (сигнале) са мерних уређаја на локалном нивоу, и преко регулационих уређаја, повратно делује на основне технолошке и пратеће процесе.

Ову функцију обављају PLC уређаји.

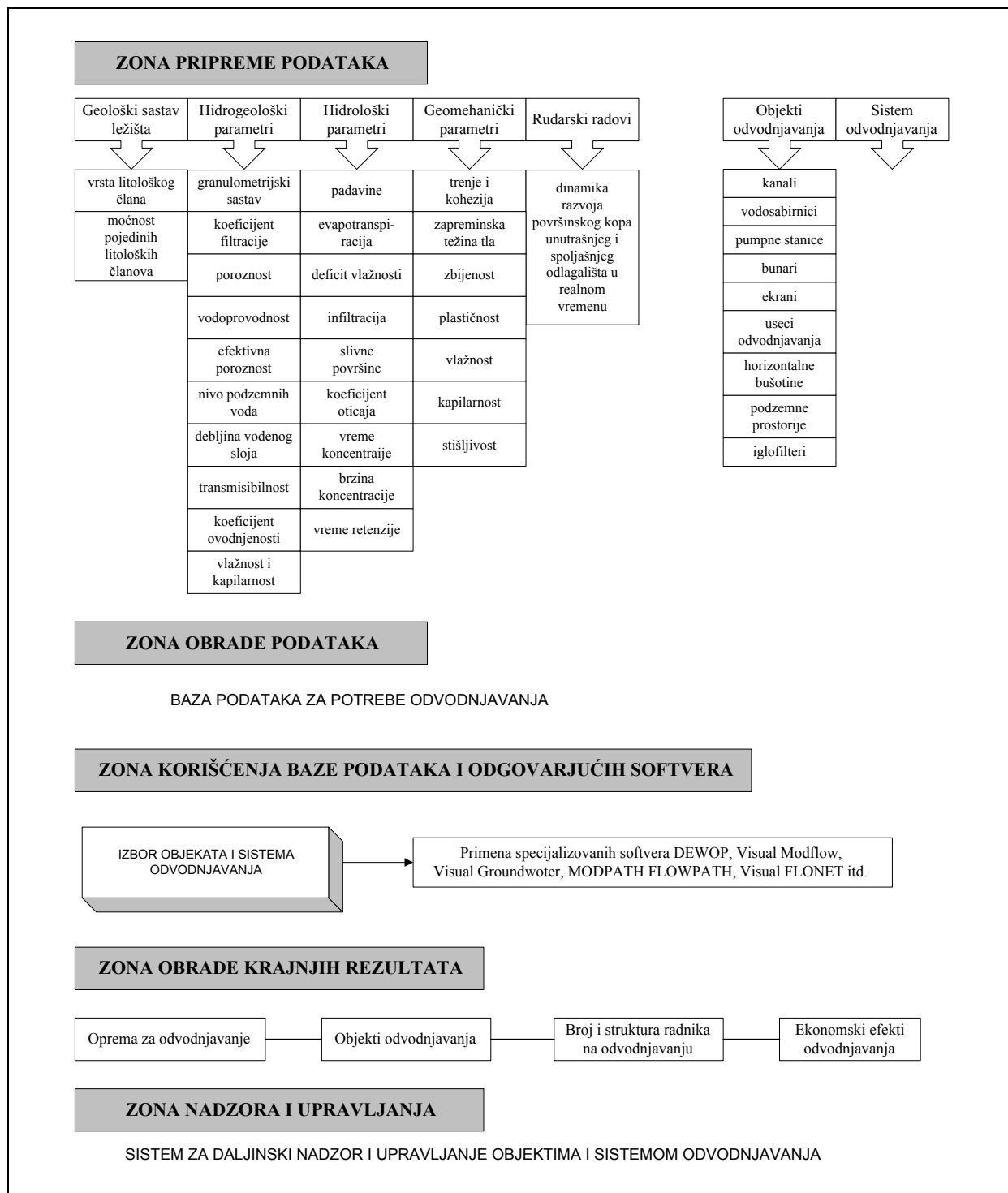
III НИВО је централна тачка оперативног надзора и управљања процесима. На овом нивоу биже имплементирани рачунари са PC платформама и одговарајућом периферном опремом (нарочито графичком). Хардваре и SCADA софтвери ће омогућити оператору (диспечеру) ефикасан, правовремен и садржајан приказ података са контролних пунктова у реалном времену. Подаци могу бити представљени у виду графикана, табела, текстова, саопштења, а све и у комбинацији са технолошким шемама и звучним сигнаlima. Осим тога, на овом нивоу постоји и оперативна инжењерско-експертна аналитика. На основу тренутних података из технолошког процеса одводњавања, диспечер доноси одлуку о повратном дејству на процес, уз консултовање експертских програма. Овај ниво ће обезбедити комплетан интерфејс човек-машина и створити филтриране информације, које се комуникационим каналима, преносе до виших нивоа.

IV НИВО подразумева примену софтвера који ће омогућити специјализованим стручним тимовима оптимално вођење технолошког процеса одводњавања, јер ће као резултат математичко-статистичке обраде и анализе давати адекватна аналитичка решења. IV НИВО користиће мрежу PC рачунара који служе за обраду и анализу података. Сви обрађени подаци биће доступни вишем нивоу, а део података доступан је и претходном нивоу. Подаци ће бити приказани у виду нумеричких или текстуалних записа, графикана, табела, карата, техничких цртежа итд.

V НИВО представља врх хијерархијске структуре. На овом нивоу биће доступне све неопходне информације о раду система одводњавања површинског копа. Одлуке се доносе на бази експертских оцена које су производ претходног нивоа.



Слика 5.1. - Хијерархијска структура Is-a



Слика 5.2. - Општи изглед информационог система за потребе одводњавања површинског копа
Дрмно

Истраживање наведене проблематике одводњавања мора бити подржано одређеним системским и апликативним софтверима, као што су:

- програм за хидродинамичко моделирање радне средине (нпр. VISUAL MODFLOW),
- програм за израду графичких база података које раде на GIS платформи (нпр. ESRI ARC VIEW + 3D ANALYST),
- програм за интерпретацију параметара радне средине применом математичких метода интерполације (нпр. SURFER),
- програм за израду SCADA система и
- VISUAL BASIC по могућству VISUAL STUDIO.

За ово истраживање неопходно је припремити дигиталан модел површинског копа, како би се GPC геодетским премером обавила дигитализација. Обзиром да се рударским радовима на ПК “Дрмно” мења позиција откопног фронта као и фигура унутрашњег одлагалишта, GPC геодетски премер, треба обављати једном годишње.

Израда посебних софтвера, који представљају тежиште истраживања и аплицирање набављених софтвера је најтежи задатак, јер подразумева имплементацију многих дисциплина које прате технолошки процес одводњавања. По набавци неопходних софтвера потребно је:

- Формирати почетни 3D хидродинамички модел са геометризаацијом радне средине.
- У GIS алату израдити графичку базу података.
- Поставити и интегрисати SCADA платформу.

Што се тиче будућих истраживачких софтверских решења, мора се водити рачуна да програми буду у VISUAL BASIC-у или C++. Набавком VISUAL STUDIO добило би се интегрално развојно окружење. У поменутих алатима развили би се истраживачки софтвери у следећа три правца:

- пројектовање и израда софтвера за примену математичких метода и метода операционих истраживања са циљем оптималног вођења и управљања технолошког процеса одводњавања;
- пројектовање и израда софтвера за примену математичких метода и метода операционих истраживања који ће уз изабрани алат за 3D хидродинамичко моделирање, омогућити оптимална пројектантска решења при избору пројектованих објеката одводњавања и
- пројектовање и израда специјализованих софтверских решења ради имплементације билансних метода.

Ради визуелизације овако сложеног система (са великим бројем објеката) неопходна је израда и графичке базе података на GIS платформи. Да би се пратило актуелно стање рударских радова и имали подаци за дигиталан модел површинског копа неопходно је обавити GPC премер.

Обзиром да истраживање подразумева комплексно радно окружење, сматрамо да је неопходно објаснити и образложити сваки сегмент и његове основне функције. На слици 5.1. дата је прегледна карта ПК “Дрмно” са основним елементима информационог система.

Ради математичко-статистичке обраде података, као и анализе и примене метода операционих истраживања а у циљу оптималних решења управљања технолошког процеса одводњавања, неопходно је пратити рад постојећег система одводњавања према јасно одређеним параметрима. У табели 2 дат је списак параметара који требају бити обухваћени овим истраживањем, на истраживачком полигону ПК “Дрмно”.

Табела 2. - Листа улазних сигнала постојећег система одводњавања на ПК “Дрмно”

Врста објекта	Назив параметра	Јединица	Освежавање података	Бр.места мерачких
Бунар	Проток	lit/sec	min	50
	Бр. укључења/искључ.	br/h	min	50
	Време искључења	Data/time	-	50
	Време укључења	Data/time	-	50
	Време рада	h	min	50
Пумпе на водосабирницима	Проток	lit/sec	min	6
	Бр. укључ./искључ.	br/h	min	6
	Време искључења	Data/time	-	6
	Време укључења	Data/time	-	6
	Време рада	h	min	6
Гравитацијскицев оовди	Проток	lit/sec	min	10

Ниво подземне воде је значајан параметар, као основни показатељ успешности рада постојећег система заштите површинског копа од дотока подземних вода. На истраживачком полигону постоји 300 пијезометара, где је 200 уграђено у бунарски засип, а 100 је распоређено у ширем подручју експлоатационог поља. Обзиром на разученост ових објеката, (налазе се у простору од 20 km²) као и проблема обезбеђивања мерне опреме, континуално мерење треба омогућити само у зони предодводњавања. Начин мерења NPV-а за потребе истраживања дат је у табели број 3.

Табела 3. - Приказ мерења NPV-а на ПК “Дрмно”

Назив објекта	Јединица	Освежава ње податка	Бр. Мерачки х места
Пијезометар у бунарском засипу	m	min	50
Пијезометар у експлоатац. пољу	m	min	30

Хардверска и софтверска платформа за прикупљање и аквизицију релевантних података је предмет посебног пројекта.

Како би се сагледао водни биланс будућег 3D модела, неопходно је осматрати поједине хидролошке параметре. Ту се мисли на кишомерну станицу, испаритељ као и на осматрање речних токова који се налазе у непосредном окружењу истраживачког полигона. У табели 3 дати су неопходни хидролошки параметри осматрања.

Табела 4. - Хидролошки параметри осматрања

Назив објекта	Јединица	Освеж. података	Бр. механичких места
Кишомерна станица-почетак падавина,врста падавина	Data/time		1
Кишомерна станица-крај,врста падавина	Data/time		1
Кишомерна станица-вис. падавина	mm	min	1
Испаритељ	m	h	1
Водостај	m	dan	6

Да би се извршило комплексно истраживање за потребе информационог система, неопходно је:

- претходном анализом прикупити, ажурирати и систематизовати огроман број постојећих података;
- изградити информациони систем који ће прикупљати релевантне параметре у реалном или проширено реалном времену и
- имплементирати савремене специјализоване софтвере који прате процес одводњавања површинских копова угља.

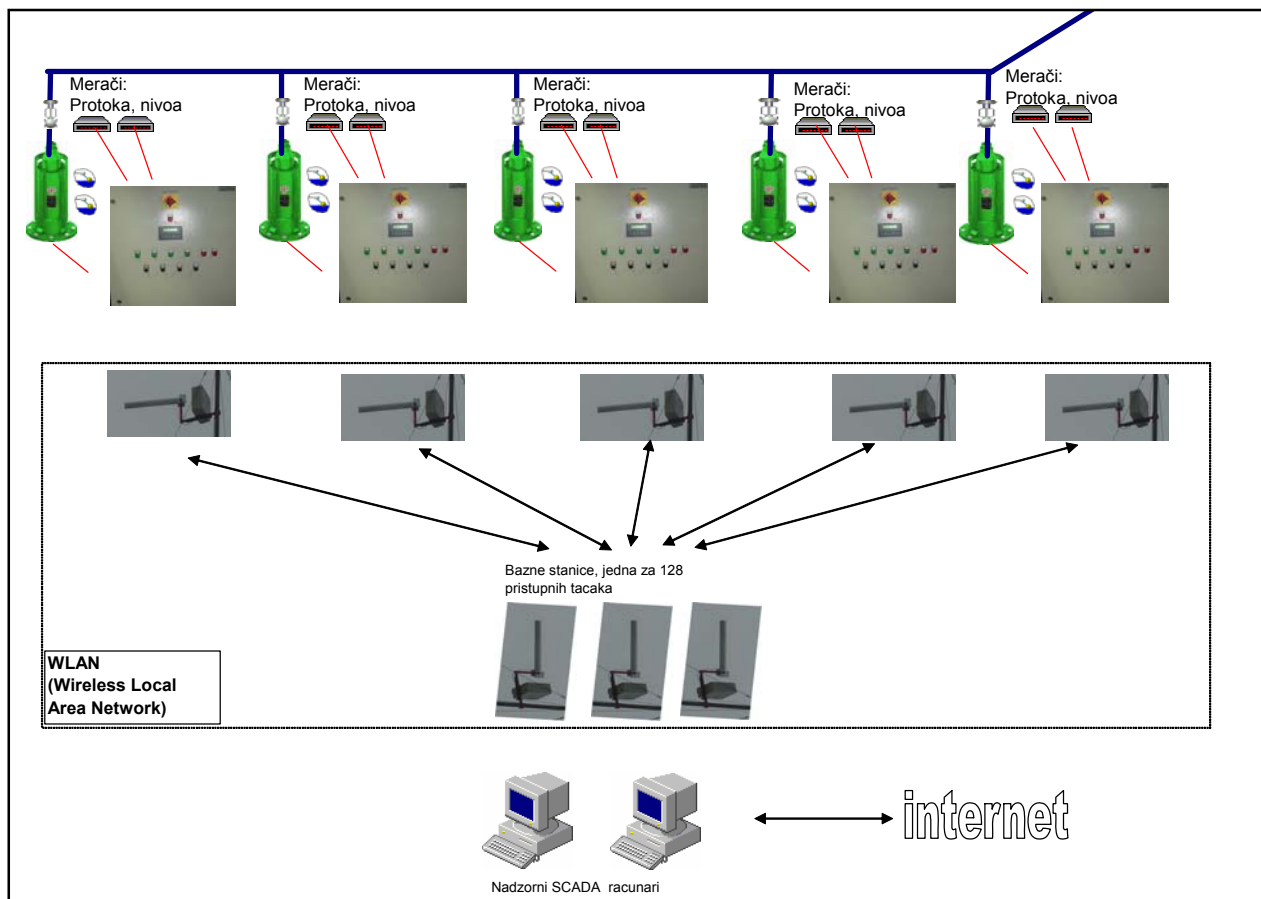
Реализацијом овог истраживања, може се знатно унапредити технолошки процес одводњавања површинских копова угља, и то у смислу:

- поузданости релевантних полазних параметара,
- оптимизације пројектних решења,
- поузданог рада постојећег система одводњавања,
- оптималног вођења материјалних ресурса,
- планирања будућих истражних радова за потребе технолошког процеса одводњавања и
- оптималне организације службе, која у оперативном смислу води процес одводњавања.

Изградњом и имплементацијом предложеног истраживања за потребе технолошког процеса одводњавања површинских копова угља, стећи ће се неопходна истраживачка и практична искуства за израду и других информационих и информационо-управљачких система за потребе експлоатације угља у оквиру Електропривреде Србије.

5.2 Надзор и управљање системом одводњавања

Како је процес одводњавања веома сложен и зависи од много природних фактора на које се не може утицати (падавине, температуре, режим подземних и површинских вода), то је потребно бар познавати режим тих параметара и ван подручја самог површинског копа.

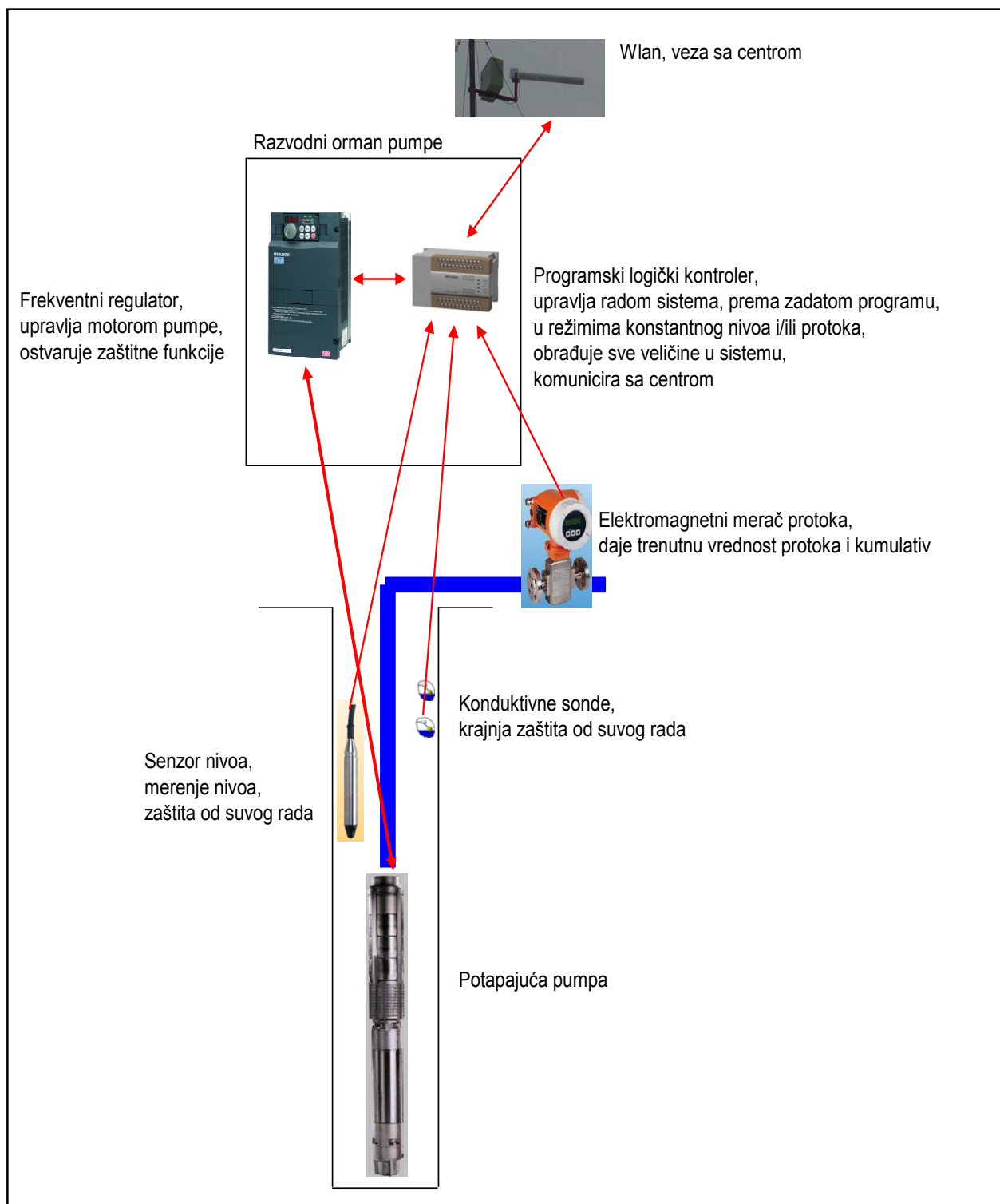


Слика 5.3. Шема мониторинга и управљања радом дренажних бунара

У данашње време прогнозни прорачуни и симулација подземних вода на лежишту обављају се помоћу разних софтвера. Међутим, како би се добили што прецизнији и веродостојнији хидрогеолошки модели лежишта и прогнозни прорачуни, то је потребно да имамо што више поузданих података, односно стално праћење рада система одводњавања. Практично, постојећи систем заштите од подземних вода и систем за праћење и осматрање представљају сервис за динамичко праћење полазних хидрогеолошких параметара. На овај начин се у сваком тренутку могу добити ажурни подаци полазних хидрогеолошких параметара, који су неопходни ради реконструкције постојећих система заштите од подземних вода или избора нових система заштите површинских копова угља од дотока подземних вода.

Прикупљање података о хидрогеолошким параметрима може се вршити читавањем са мерних инструмената на терену и њиховим елаборирањем или аутоматизовано прикупљање података са мерних уређаја преко регулационих уређаја. Претраживање и обрада елаборираних података, спор је и мукотрпан посао. Ова сазнања, озбиљност истраживања и потреба за сталним иновирањем и брзом коришћењу свих прикупљених података, поставили су захтев за ефикаснијим приступом подацима.

Мониторинг и управљање радом дренажних бунара (Слика 5.3.) се састоји из централног система за надзор и управљање CSNU и он обухвата: локалне мерно управљачке системе на самим извориштима, односно бунарима и надзорног рачунара са SCADA софтвером.



Слика 5.4. Локални мерно управљачки систем на бунару

Локално мерно управљачки системи на бунарима (Слика 5.4.) треба да омогуће управљање мотором пумпе по задатом протоку и/или задатом нивоу, заштиту од кратког споја, преоптерећења, нестанка фазе, сувог рада пумпе, мерење и приказ протока и нивоа, комуникацију са надзорним центром ТСР/IP протоколом, старт-стоп, пренос вредности протока, нивоа, отварање врата ормана, аларма преоптерећења.



Слика 5.5. Изглед опреме за управљање системом одводњавања на Копу „Дрмно“



Слика 5.6. Изглед разводног ормана пумпе

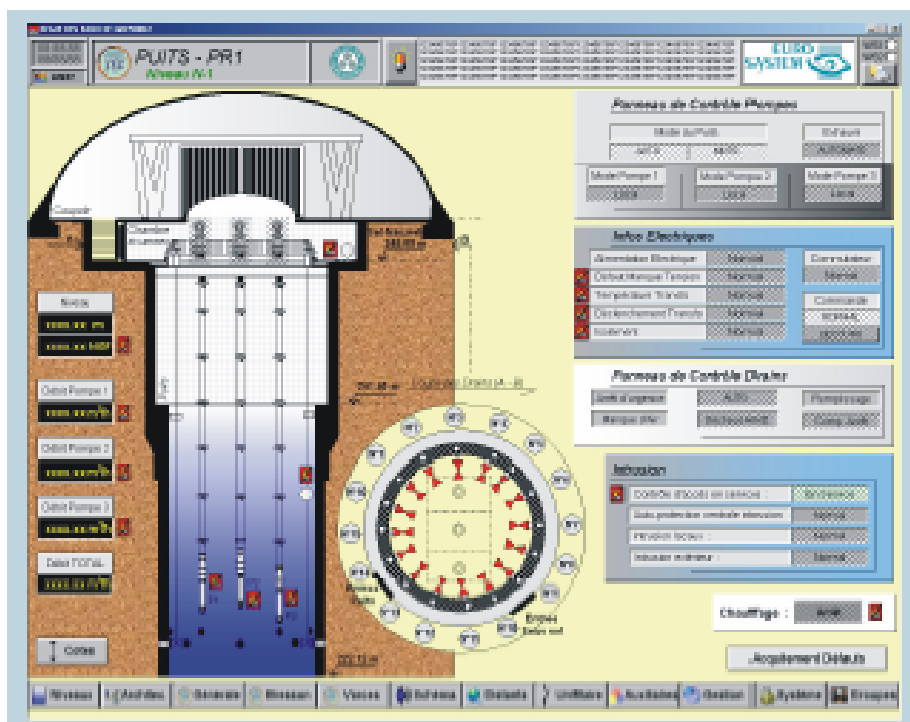
Функције надзорног рачунара су: контрола свих бунара, укључење, искључење, контрола и архивирање свих вредности у систему (протоци, нивои, аларми и тд.), формирање дневних, месечних и годишњих извештаја.

Како би све ово успешно функционисало, потребно је да се успостави комуникациони систем, који обухвата примопредајни систем на бунарима, примопредајни систем у контролном центру и рачунарске мреже у контролном центру.

Систем мора да има потпуну отвореност. То значи, да одговарајуће техничко лице у сваком тренутку може да приступи надзорно-управљачком систему и изврши потребне измене на хардверу и софтверу.

На главном монитору треба приказати географски распоред пројектованих бунара, линију ивице копа и линију напајања, односно трафо-станице преко којих се бунарска линија напаја.

На основу података: ниво воде у бунару, тренутни проток, стање пумпе (укључено напајање, пумпа укључена/искључена, пумпа исправна/неисправна итд.), разлог застоја у раду пумпе (нема воде у бунару, реаговала нека од електричних заштита електро-мотора, пумпа у локалном режиму рада итд.) и струја електро-мотора, могуће је направити добру базу података на годишњем и вишегодишњем нивоу за даље пројектовање оптималнијих система заштите од подземних вода. На монитору у диспечерском центру нумеричким и графичким апликацијама (Слика 5.7.) треба приказати рад сваког бунара.



Слика 5.7. Детаљан приказ бунара са свим параметрима

У циљу реализације комуникационог система, који би омогућио повезивање PLC уређаја на бунарима са системом централног управљања (SCADA софтвер), предвиђа се инсталација бежичног комуникационог система, који обухвата примопредајни систем на бунарима и постојећи примопредајни систем у контролном центру. Предлаже се инсталација бежичне приступне мреже на 5,4 GHz.

Такође, базна станица има могућност проширења додавањем нових сектора који би омогућавали већи угао покривања око базне станице. Базна станица се према рачунарској мрежи централног система за прикупљање података (SCADA систем) повезује преко 10/100BaseTEthernet интерфејса.

Имајући у виду да се бунари налазе изван линије оптичке видљивости, посматрано са контролног центра, предвиђа се и монтажа још две базне станице, које би омогућиле повезивање тих бунара. Веза између ових станица ће се такође остварити бежичним путем. Примопредајни систем на бунару састојаће се од претплатничке јединице, са антеном добитка 16 dBi. Претплатничка јединица ће се монтирати у ормане поред бунара заједно са осталом опремом, а повезаће се са PLC контролером преко 10/100BaseTEthernet интерфејса. Са друге стране врши се повезивање са спољашном јединицом и антеном. У садашњој консталацији предвиђа се монтажа 46 претплатничких јединица.

Техничке карактеристике бежичног система (базна станица)

Спецификација радио интерфејса:

- стандард: IEEE 802.16-2004,
- фреквенција: 5,475 – 5,725 GHz,
- дуплекс начин рада: TDD, OFDM 256 FFT,
- модулација: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM и
- излазна снага: min 17 dBm.

Мрежна својства:

- подршка за IP (IPv4, PFC 791) протокол,
- бридгинг начин рада (IEEE 802.3d),
- подршка за рутирање, динамички протоколи рутирања (RIPv2, OSPF),
- подршка за WLAN у складу са IEEE 802.11 P/Q
- класификација саобраћаја на основу параметара II, III и IV нивоа OSI модела (L2, L3 и L4),
- QoS механизми: UGS, rtPS, nrtPS, VE, CIR, MIR,
- капацитет: Максималн број корисника по сектору: 512,
- интерфејси: Backhaul: 10/100 BaseT,
- напајање: 220VAC, 50Hz,
- услови околине: RoHS.

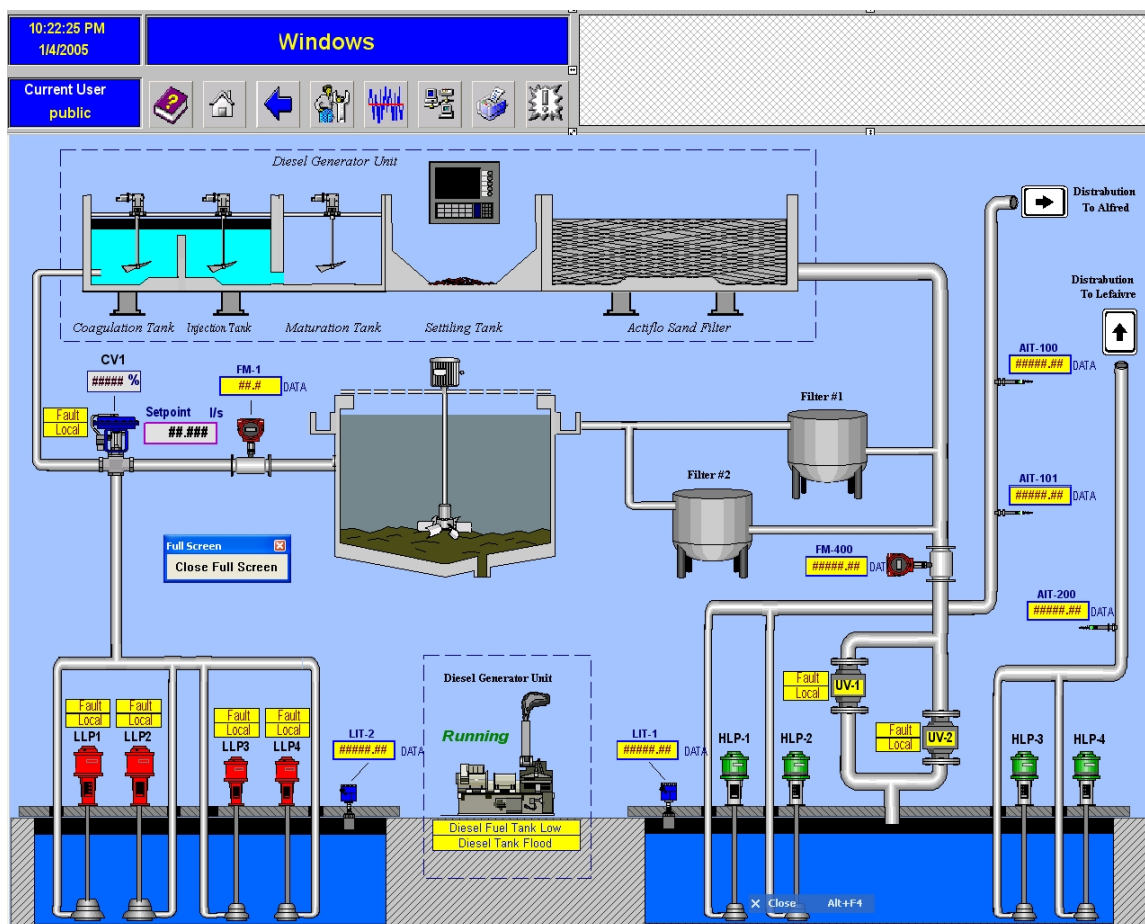
Техничке карактеристике претплатничких јединица

Спецификација радио интерфејса:

- стандард: IEEE 802.16-2004,
- фреквенција: 5,475 – 5,725 GHz,
- модулација: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM,
- излазна снага: 20 dBm,
- појачање антене: 16 dbi.

Мрежна својства:

- подршка за IP (IPv4, RFC 791) протокол,
- бридгинг начин рада (IEEE 802.3d),
- подршка за WLAN у складу са IEEE 802.1 P/Q,
- интерфејси: Кориснички интерфејс: 10/100 BaseT,
- услови околине: RoHS,
- напајање: 220 VAC, 50 Hz.



Слика 5.8. Изглед SCAD-e

6.Закључак

Одводњавање површинских копова обухвата сагледавање полазних хидрогеолошких, геолошких, геомеханичких и рударско технолошких параметара, затим квалитетан избор и димензионисање објеката одводњавања и нарочито избор локације објеката одводњавања. У зависности од динамике развоја рударских радова наведену комплексну проблематику интегрише систем одводњавања површинских копова.

Овим радом се дефинише архитектура информационог система, који ће омогућити избор система одводњавања на површинским коповима. Ради реализације таквог задатка извршена је анализа пре свега комерцијалних софтверских пакета који обрађују базе података, и разматрана је могућност стварања специфичне базе података, која би функционално обезбеђивала квалитет и структуру полазних података за све фазе пројектовања објеката и система одводњавања, која се реализује путем рачунарске технике.

Издајање посебних зона у информационом систему, посебно је условљен и предвиђеном динамиком истраживања. Цео информациони систем је нека врста дугорочног научно истраживачког програма у области одводњавања површинских копова угља, који се реализује у теоријском смислу, путем магистарских и докторских дисертација, док се у практичном смислу, његова реализација обавља кроз конкретна истраживања на самим површинским коповима.

7. Литература

[1] Р. Симић , В. Кецојевић и З. Теодоровић, “Увод у информациони систем за потребе одводњавања површинских копова угља”, Монографија, Рударско геолошки факултет, Београд, 1998

[2] С. Вујић, “Информациони систем Тамнава-Западно поље”, Рударско геолошки факултет, Београд, 1999

[3] В. Кецојевић, “Методика избора објеката и система одводњавања у површинској експлоатацији”, Докторска дисертација, Рударско геолошки факултет, Београд, 2000

[4] Група аутора , Технички пројекат заштите П.К. "Дрмно" од подземних и површинских вода