

**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: 709/2011**

Владимир М. Милијановић
Сагледавање развоја система одводњавања на
површинком копу „Дрмно“ и проширење те мреже
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Милун Ј. Бабић -ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Сагледавање развоја система одводњавања на површинском копу „Дрмно“ и проширење те мреже

Пројектни задатак

Студентски тим који сачињавају: Александар Милојковић, Милош Митровић, Мирослав Миладиновић и Владимир Милијановић, 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 Владимиру М. Милијановићу да уради уводни сегмент студије који носи назив „Сагледавање развоја система одводњавања на површинском копу „Дрмно“ и проширење те мреже“ који треба да:

- уведе читаоца у материју,
- прикаже кратак историјат истражних бушотина,
- елаборира опште податке о истражном простору (географски положај, климатске карактеристике, хидрографске карактеристике),
- опише постојеће стање заштите површинског копа и одлагалишта од подземних и површинских вода,
- изнесе визију заштите површинског копа од површинских и подземних вода до краја експлоатације
- дефинише контуре и методе одводњавања планираног површинског копа и да
- 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:

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

Consideration of the development of drainage from the open pit "Drmno" and expansion of the network

Terms of Reference

Student team consisted of: Milojković Aleksandar, Milos Mitrovic, Miroslav Miladinovic i Vladimir Milijanovic, 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 "Georad", 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 Vladimir M. Milijanovic to do an introductory segment for the study entitled "Consideration of the development of drainage from the open pit "Drmno" and expansion of the network", 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 "Georad", for which I sincerely thank them.

Keywords: Channels, water collector, waterproof screen, protection, wells, battery wells, pressure pipelines, landfill.

Садржај

1. Увод.....	5
2. Кратак историјат истражних бушотина.....	6
2.1. Истражно-експлоатациони бунари.....	8
2.1.1. Појединачни бунари.....	8
2.1.2. Батерије бунара.....	8
2.1.3. Водонепропусни екран.....	10
3. Општи подаци о истражном простору.....	11
3.1. Географски положај.....	11
3.2. Климатске карактеристике.....	11
3.3. Хидрографске карактеристике.....	13
4. Опис постојећег стања заштите површинског копа и одлагалишта од подземних и површинских вода.....	14
4.1. Заштита површинског копа од површинских вода.....	14
4.2. заштита одлагалишта од површинских вода.....	15
4.3. Заштита површинског копа од подземних вода.....	16
4.4. Заштита одлагалишта од подземних вода.....	21
5. Заштита површинског копа од површинских и подземних вода до крајаексплоатације.....	23
5.1. Заштита површинског копа од површинских вода до краја експлоатације.....	23
5.2. Заштита површинског копа од подземних вода до крајаексплоатације.....	23
6. Контуре и методе одводњавања планираног површинског копа.....	27
6.1. Контуре планираног површинског копа.....	27
6.2. Планирана метода одводњавања.....	28
7. Закључак.....	30

1. Увод

У историју је као почетак експлоатације угља на Копу Дрмно ушао 30.04.1987. године . Тиме је остварена и велика победа над природом јер се угаљ на овом терену налази на 50 до 80 метара испод нивоа Дунава што је условљавало велике радове претходног одводњавања површинских и подземних вода. Због своје специфичности ово је јединствен технолошки систем у Европи.

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

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.

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.

2.Кратак историјат истражних бушотина

Од 1952. године, када су избушене прве хидрогеолошке бушотине, па до данас, изведен је велики број бушотина у којима су уграђени пијезометри и узети узорци за одређивање хидрогеолошких и геомеханичких параметара. Бушење је извођено по програмима датим од стране већег броја аутора и врло различитих намена. Хидрогеолошке бушотине су изведене као пијезометри за праћење НПВ (нивоа подземних вода), или као пратећи пијезометри уз истражно-експлоатационе бунаре и као такви ће бити приказани. Геомеханичке бушотине од 1967. године се изводе тако да по потреби могу постати хидрогеолошке (уградњом пијезометара) и тешко их је одвојити као чисто геомеханичке.

У извођењу хидрогеолошко-геомеханичких бушотина (у које су уграђени независни пијезометри за праћење НПВ у подручју лежишта), можемо издвојити пет периода: I период од 1952. до 1966. године; II период од 1967. до 1969. године; III период од 1976. до 1982. године; IV период од 1983. до 1995. године; V период од 1995. до 2002. године; VI период од 2002. до 2005. године и VII период од 2005. до 2007.године.

I период (1952-1966. година)

У овом развојном периоду, развој је текао следећом динамиком:

- Године 1952. по програму предузећа “Хидропројект” Београд избушено је 28 бушотина у које су уграђени пијезометри.
- Године 1953. према упутствима Weilenda, избушено је 65 хидрогеолошких бушотина у које су уграђене пијезометари, и избушена су 4 бунара.
- Године 1959. изведено је 19 геомеханичких бушотина.
- Године 1960.“Геоистраживање” – Загреб је урадило 4 бунара са 24 сателитске пијезометрске бушотине.
- Године 1965-1966. ”Геотехника” Загреб је извела хидрогеолошко бушење. На теренима ПО “Дрмно” и ПО “Ћириковац” избушено је 29 пијезометарских бушотина и 4 бунара. Бушотине носе ознаку ПК (у подручју лежишта Дрмно има их 5).

II период (1967-1969. година)

Године 1965. “Геотехника” Загреб је урадила пројекат одводњавања ПО “Дрмно” и ПО “Ћириковац”. Утврђено је да се буши методом бушења “на суво”. У току 1967 – 1969. године “Геосонда” Београд је избушила 40 хидрогеолошко-геомеханичких бушотина (В – бушотине, од В – 1 до В – 54).

III период (1967-1969. година)

У периоду (1976– 1982. године) избушене су следеће бушотине:

- Године 1976-1977. бушотине Р (пијезометарске) – 31 бушотине; бушотине G (геомеханичке) – 15 бушотина; бушотине Е (екранске) – 13 бушотина; бушотине S (“структурне”) – 8 бушотина.
- Године 1977. бушотине F (прогноза за бунаре) – 51 бушотина.
- Године 1977. бушотине KU (контролне на угаљ) – 8 бушотина.
- Године 1977. бушотине IM (прогнозне за бунаре – 3 бушотине.
- Године 1977-1979. бушотине IB (извориште Брадарац) – 8 бушотина.
- Године 1978-1979. бушотине GB (контролне) – 9 бушотина.
- Године 1979-1982. бушотине KO (контролне) – 14 бушотина.
- Године 1981-1982. бушотине Pr (пијезометарске) – 29 бушотина.
- Године 1982. бушотине PL (пијезометарске у лесу) и Pš (пијезометарске у шљунку) – 8 бушотина.
- Године 1982. бушотине RK и O (геомеханичке у рудничком кругу и на одлагалишту) – 24 бушотине. Осим ових бушотина од 1978. до 1982. године избушено је 9 хидрогеолошко-геомеханичких бушотина са уградњом пијезометара (17 конструкција), у чијој изради и финансирању је учествовао Регионални и Републички SIZ за геолошка истраживања.

IV период (1983-1995.)

У овом периоду избушено је укупно 357 бушотина и уграђена су 304 пијезометра.

V период (1995- 2002.)

Од 1995 до 2002. године укупно су урађене 53 бушотине. Уграђена је 51 пијезометарска конструкција.

VI период (2002-2005.)

Од 2002. до 2005. године урађено је 27 бушотина у које је уграђено 27 пијезометарских конструкција.

VII период (2005-2007.)

У периоду од 2005. до 2007. године изведено је 159 хидрогеолошко-геомеханичких бушотина, у које је уграђено 205 пијезометара и 17 инклинометара.

2.1 Истражно-експлоатациони бунари

Истражно-опитни и истражно-експлоатациони бунари су у подручју лежишта Дрмно бушени у више наврата, а резултати извођења бунара и опита пробног црпења обрађени су у хидрогеолошком Елаборату, као и у другим елаборатима и извештајима. Уз бунаре су бушени и сателитски пијезометри и њихови подаци су делимично коришћени у обради резерви угља.

2.1.1. Појединачни бунар

У подручју лежишта Дрмно изведени су следећи појединачни бунари са пратећим пијезометрима:

- Weiland-ови бунари (1953): 4 бунара са 44 сателитска пијезометра.
- Бунари “Геотехника” – Загреб (1965-1966): 3 бунара и 24 пијезометара.
- Бунари IB (1977): 2 бунара.
- Бунари В (2006.): 16 бунара и 16 пијезометра у засипу.

На лежишту Дрмно 2006. године урађено је 16 бунара распоређених по читавом истражном простору. Бунарска конструкција је шљунчано-пешчана, пречника $\phi 420/350$ mm.

2.1.2. Батерије бунара

У подручју лежишта, односно површинског копа “Дрмно” избушене су батерије (бараже) бунара, као заштита копа од утицаја подземних вода и то:

- батерије бунара “Геоистраживања” (1960) и истражно-опитни бунари (4 бунара, 19 пијезометара);
- батерије бунара “DBI” (1969), истражно – експлоатациони бунари;
- експлоатационе батерије бунара (1977-2002).

Заштита површинског копа “Дрмно” од подземних вода заснована је на функционисању двострујних батерија (баража – линија) бунара постављених око експлоатационог простора и испред фронта напредовања рударских радова. Бунари су постављени по линијама у цик-цак распореду на међусобном растојању од око 80 m, а удаљеност међу линијама је око 80 m (осим код X линије бунара). Предвиђено је да се испред фронта откопавања, у раду током периода од 2 године налазе најмање 2 батерије. 1979. године започето је са извођењем бунара по батеријама и до 2007. године изведено је 18 батерија.

Табела 1. Фронталне батерије бунара

Назив батерије	Број бунара	Ознаке бунара
LC-1	11	DB ²⁷
LC-2	31	DB
LC-3	42	DB, DB1 ₃
LC-4	29	ŠLC ²⁸ -V, PLC ²⁹ - 4
LC-5	22	ŠLC – V, PLC - V
LC-5	3 ponov.	SLC – V, PLC – V
LC-6	45	ŠLC – VI, PLC – VI
LC-7	45	SLC – VII, PLC – VII
LC-8	22	ŠLC – VIII, PLC – VI
LC-8'	19	ŠLC – VIII', PLC – VIII'
LC-9	23	ŠLC – IX, PLC – IX
LC-9'	31	ŠLC – IX, PLC – IX
LC-10	31	ŠLC – X, PLC – X
LC-11	56	ŠLC – XI, PLC - XI
Укупно	391	

Табела 2. Западне батерије бунара

Назив батерије	Број бунара	Ознаке бунара
LB-2	15	DB, DBP ³⁰ , SLBII i PLB II
LB-III	31	DB, ŠLB III i PLB III
LB-IV	10	ŠLB IV i PLB IV
LB-V	22	ŠLB V i PLB V
LB-V	15 ponov.	ŠLB V i PLB V
LB-V ^{II}	23	ŠLB V ^{II} i PLBV ^{II}
Укупно	116	

Табела 3. Јужне батерије бунара

Назив батерије	Број бунара	Ознака бунара
LA	27	DB,ŠLA,PIA
LA	17	ŠLA
Укупно	44	

Укупно је избушено 570 бунара. Сви бунари су избушени машинском гарнитуром “WIRTH”, RB 20/30 и U -3, реверсним бушењем уз употребу чисте воде, пречника бушења $\phi 820$ mm (за уводну колону $\phi 1120$ mm), а уграђивана је бунарска метална конструкција $\phi 323$ mm (до 1990 године). Филтерски део је типа “Георад” (модификовани тип “Гаврилко”), а таложник је дужине 6-10 m. Осма и девета линија бунара (LC – VIII, LC – IX и LC-IX') као и везна линија бунара LB - V", урађене су са уградњом шљунчано-пешчане бунарске конструкције ($\phi 420/350$ mm), с тим што је пречник бушења и уградње бунарске конструкције код девете линије бунара измењен, и то од бунара PLC – IX-4 и ŠLC- IX-4, смањен на: пречник бушења $\phi 820-620$ mm, пречник конструкције $\phi 165-150$ mm. У песковитом колектору целом дужином је конструкција засута кварцним гранулатом пречника зрна $\phi 1,6-3,2$ mm, у шљунковитом делу гранулатом пречника $\phi 4-8$ mm. У хидрогеолошким изолаторима бунарска конструкција је засута набачајем или тампоном. Уз бунаре у засипу је уграђен и пијезометар за осматрање NPV. По завршетку уградње бунари су испирани клиповањем и ерлифтовањем до појаве чисте воде, чиме је разрађиван и засип. Активирање бунара је урађено потапајућим пумпама типа “Plauder” или “Elektrokovina” са потисним и одводним цевоводима и пратећом електроопремом, а исцрпљена вода је одвођена (и одводи се) магистралним цевоводима у Млаву. Бунарске конструкције уграђене у X и XI линију представљају комбинацију шљунчано-пешчане конструкције и ПВЦ цеви.

У периоду од 2002-2007. неки бунари на постојећим баражама нису били више у функцији па су избушени нови.

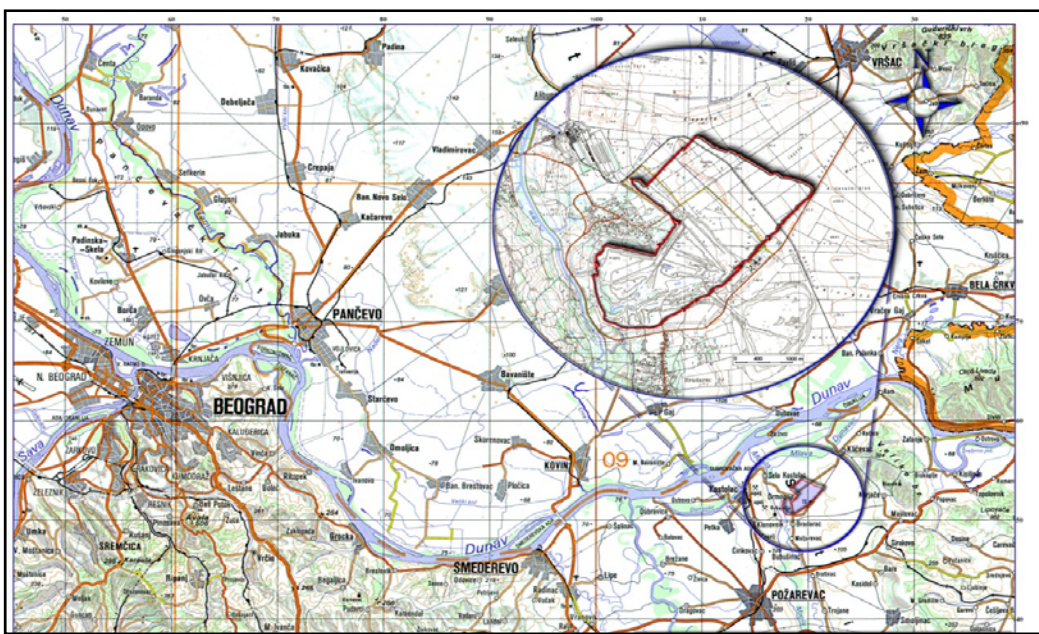
2.1.3. Водонепропусни екран

Као заштита јужног и југозападног дела копа “Дрмно” 1985. године је изведен водонепропусни екран. Осовинска дужина екрана је 2.575 m, дубина се креће између 12 и 30 m, дебљине је око 0,96 m, а испуна екрана је од цемента, бентонита и ретардера (CBR).

3. Општи подаци о истражном простору

3.1 Географски положај

Лежиште "Дрмно" налази се на источном делу Костолачког угљеног басена, источно од реке Млаве, и захвата површину од око 50 km². Границе које га обухватају су: река Дунав на северу, Божевачка греда на истоку, линија Брадрац-Сираковачка долина на југу и река Млава на западу. Лежиште угља Дрмно захвата атар села Дрмно по коме је добила име и део атара суседних села Брадарац и Кличевац. Лежиште Дрмно са Пожаревцем и Костолцем повезују асфалтирани путеви (18 km од Пожаревца и око 4 km од Костолца) (Слика 3.1.).



Слика 3.1. Географски положај површинског копа Дрмно

3.2 Климтске карактеристике

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.

Температура ваздуха

На основу података 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 са средњом месечном температуром од 21,2 °C.

Испаравање

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

Ветрови

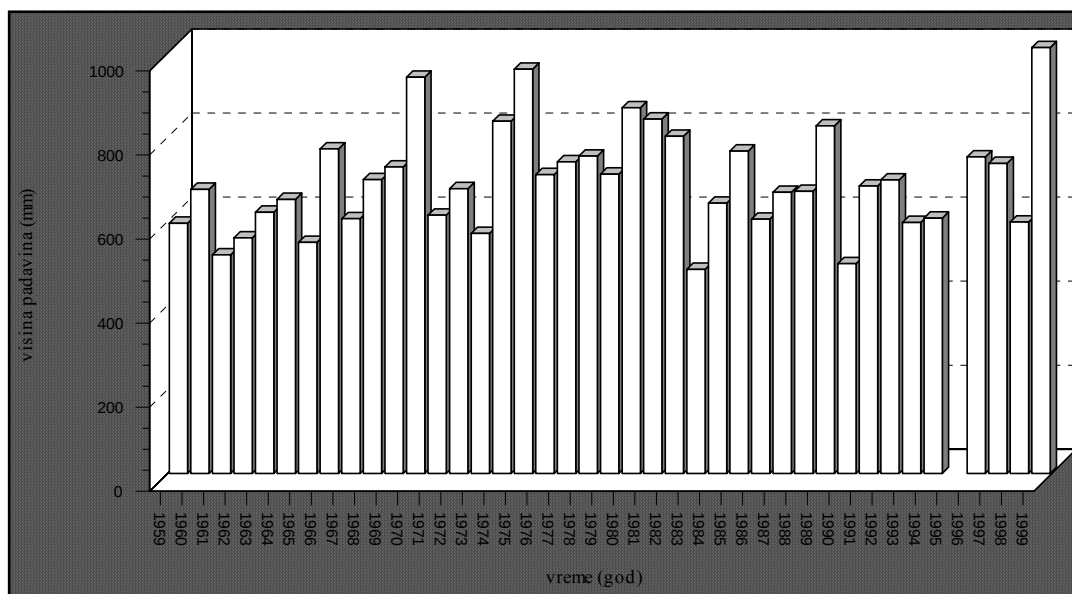
Према вредностима годишњих опажања кретања и правца ветрова може се закључити да је највећа учесталост северозападног ветра и кошаве, која дува са истока-југоистока у просеку 100 дана годишње. Измерена максимална брзина ветра (кошаве) износи 28 m/s

Падавине

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

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. Просечан број кишних дана у току године је 134, што чини 36,75 % од укупног броја дана у години.

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 поднебља су и врло суве зиме са мало снежних падавина.



Слика 3. 2. Суме годишњих падавина за период од 1959 до 1999 године

2.1 Хидрографске карактеристике

У хидрографском погледу, основно обележје терену даје река Дунав као 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 $1880 \text{ m}^3/\text{s}$ и максимални од $14900 \text{ m}^3/\text{s}$.

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 приобалног трерна. Максимални водостај се задржава релативно кратко и након тога брзо стагнира.

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 дренажу воде из система дренажних канала испумпаних вода из површинског копа Дрмно. Кота нивоа Дунавца је око 67 m.

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

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

4.Опис постојећег стања 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.

4.1 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 4.1.). Водосабирници су димензионисани за приливе површинских вода педесетогодишњег повратног периода.



Слика 4.1. 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 4 приказани су водосабирници и ангажована опрема.

Табела 4.

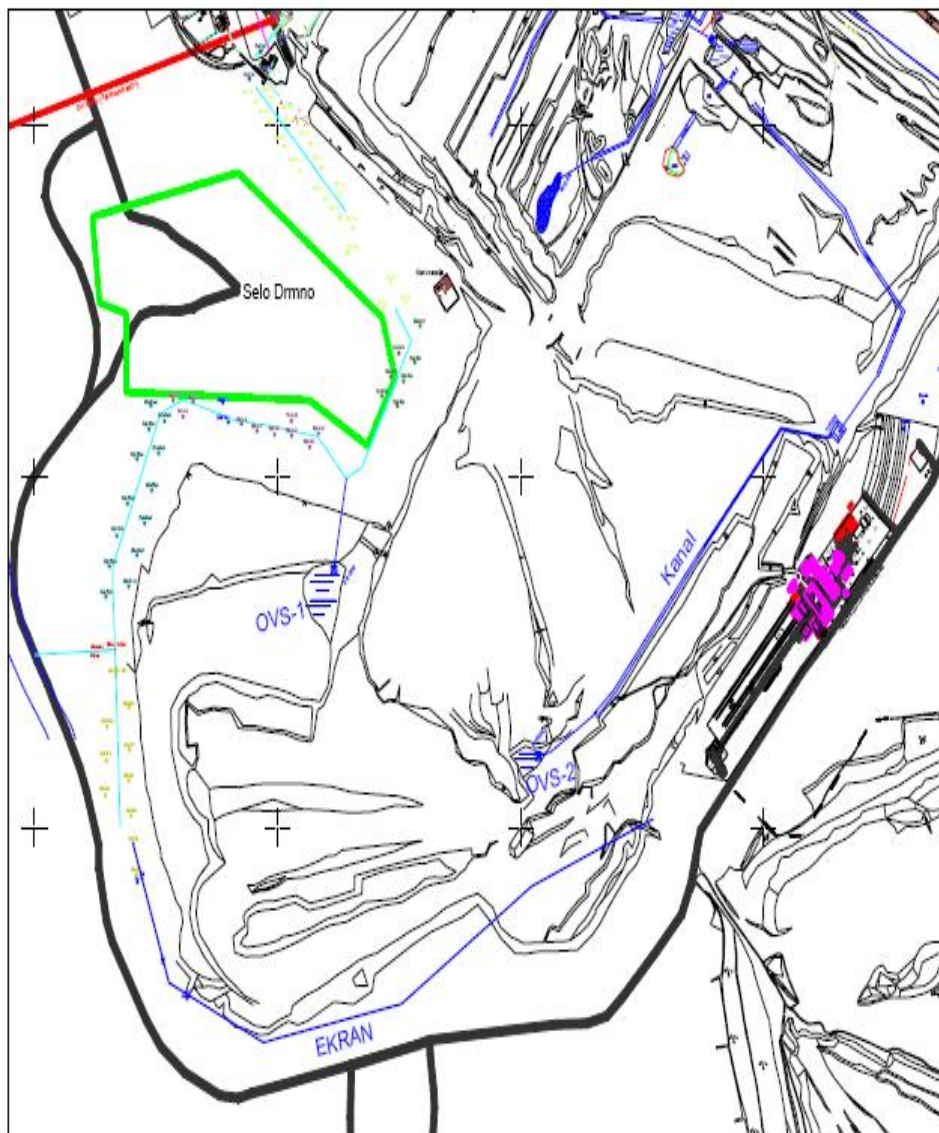
Водосабирник	VS-1		VS-2	VS-3	Интервентни водосабирници				
Ознака пумпе	BPVB 3/1	BPVB 3/2	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	VCG 3010	MUP 80-100
Снага мотор пумпе	315	315	10	10	10	10	10	7.5	3

4.2 Заштита одлагалишта од површинских вода

Заштита унутрашњег одлагалишта површинског копа Дрмно од површинских вода спроводи се етажним каналима, водосабирницима и пумпним постројењима (Слика 4.2.).

Такође, у циљу заштите унутрашњег одлагалишта од површинских вода, етажне површи се израђују са падом како би се што мање воде задржавало на њима.

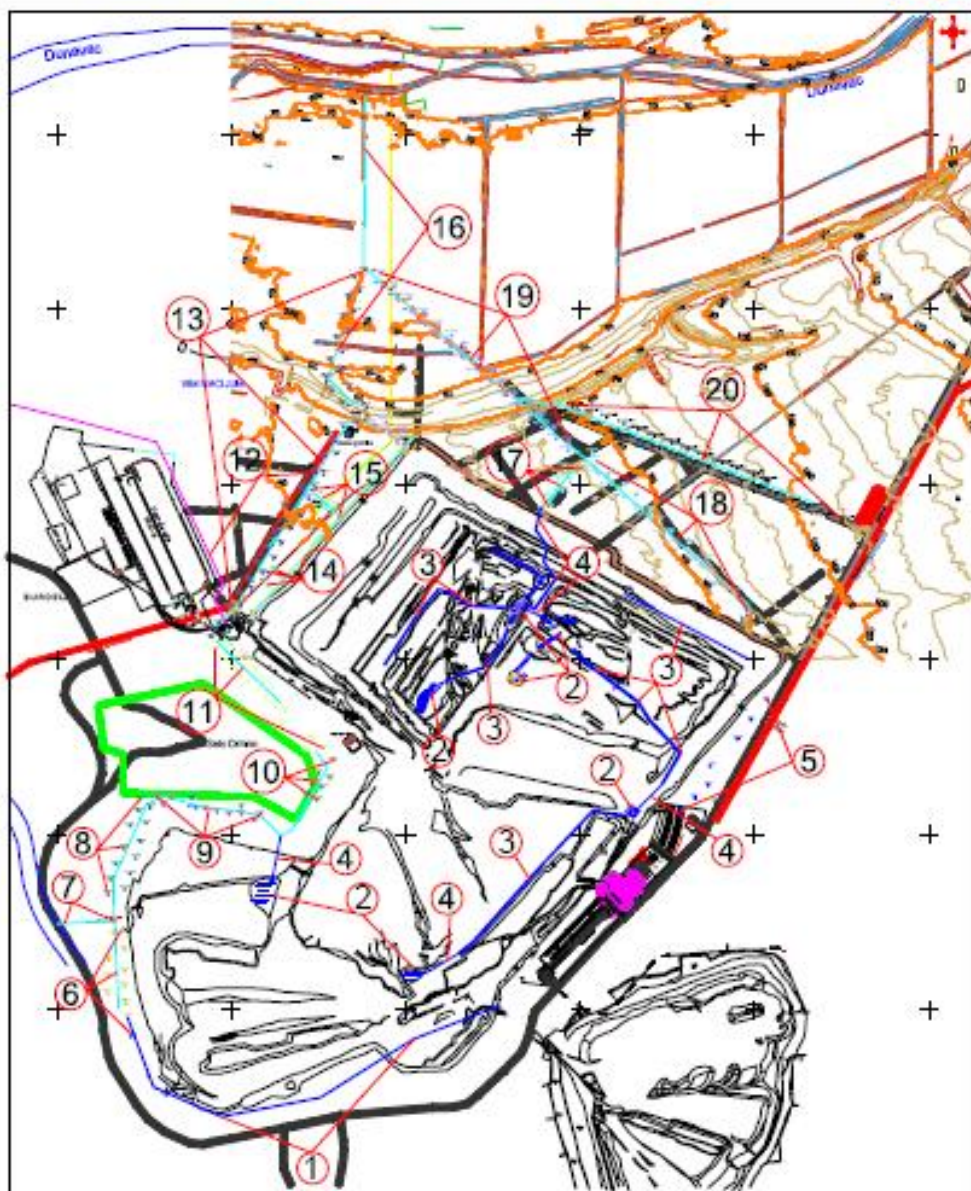
Вода од атмосферских падавина се прикупља у водосабирницима-акумулацијама OVS-1 на југозападу унутрашњег одлагалишта и у OVS-2 на југу одлагалишта. Вода из OVS-1 се муљном пумпом снаге 10 KW преко потисног цевовода препумпава до шахте на одводном цевоводу OLC-4, док се вода из OVS-2 препумпава муљном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



Слика 4.2. Локација објеката за заштиту унутрашњег одлагалишта од вода

4.3 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 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 4.3.)



Слика 4.3. 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-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 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 4.4.). 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 4.5.).

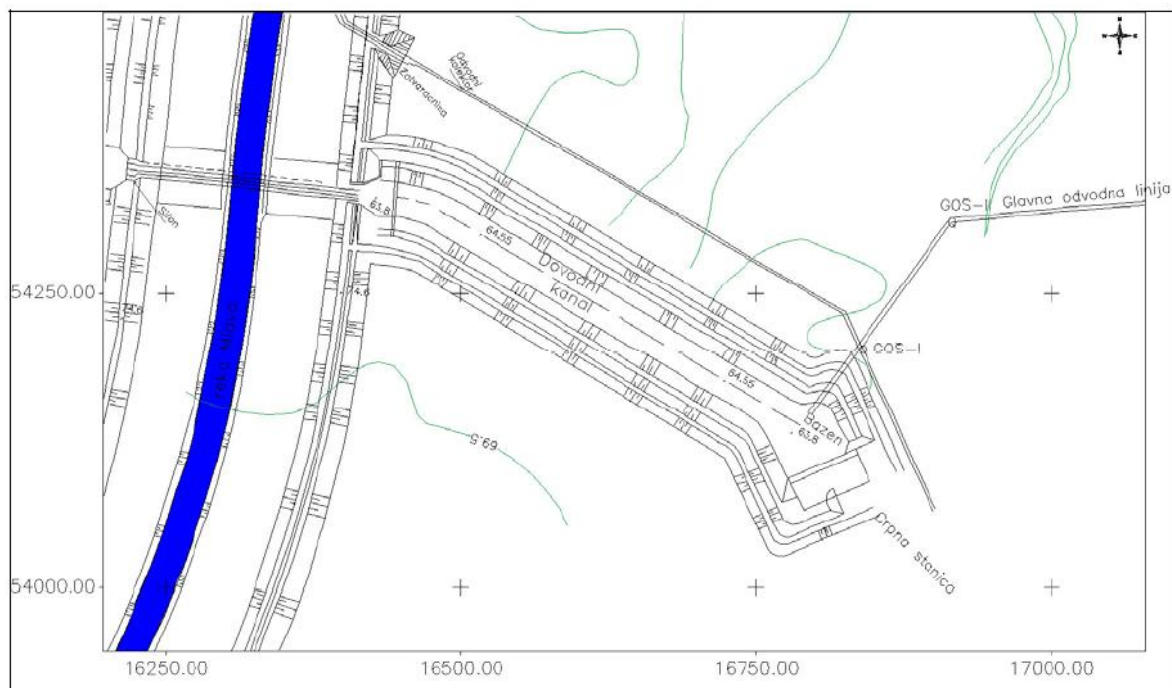


Слика 4.4. Сабирна шахта



Слика 4.5. 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 4.5. је приказано место одвода испумпаних вода из површинског копа Дрмно у ретенциони базен расхладне воде ТЕ Дрмно.



Слика 4.6. 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, LC-IV, 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 4.7. и 4.8.). 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 4.7. Изглед разделног резервоара



Слика 4.8. Преливна пумпна станица

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 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 Сlici 4.9. је приказано уливно место GOL-2 у Дунавац.

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



Слика 4.9. Место улива одводне линије GOL-2 у Дунавца

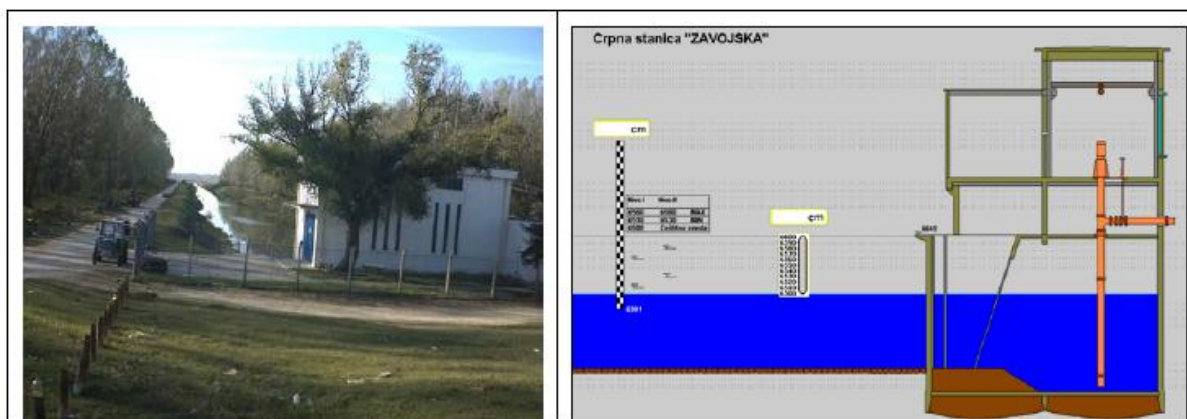
4.4 Заштита одлагалишта од подземних вода

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 LB- II и LB -III и већи број бунара на баражи ŠLA, чији је задатак да спрече прилив воде изалувијалних 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. Урађење на удаљењу од 40 до 200 m од завршних косина површинског копа. Ефекти израђеног екрана наспречавању 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.

Приказ дренажног система у приобаљу Дунава

У приобаљу Дунава, на Доњем костолачком острву, за заштиту терена од високих нивоа подземних воданакон 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 4.10.) а на црпној станици Речица 66,4 m.



Слика 4.10. 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 заевакуацију 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. 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.

5. Заштита површинског копа дрмно од површинских и подземних вода до краја експлоатације

5.1 Заштита површинског копа Дрмно од површинских вода до краја експлоатације

На површинском копу Дрмно заштита од површинских вода спроводиће се као и у претходно наведеним годинама, етажним и заштитним каналима, водосабирницима и пумпним станицама.

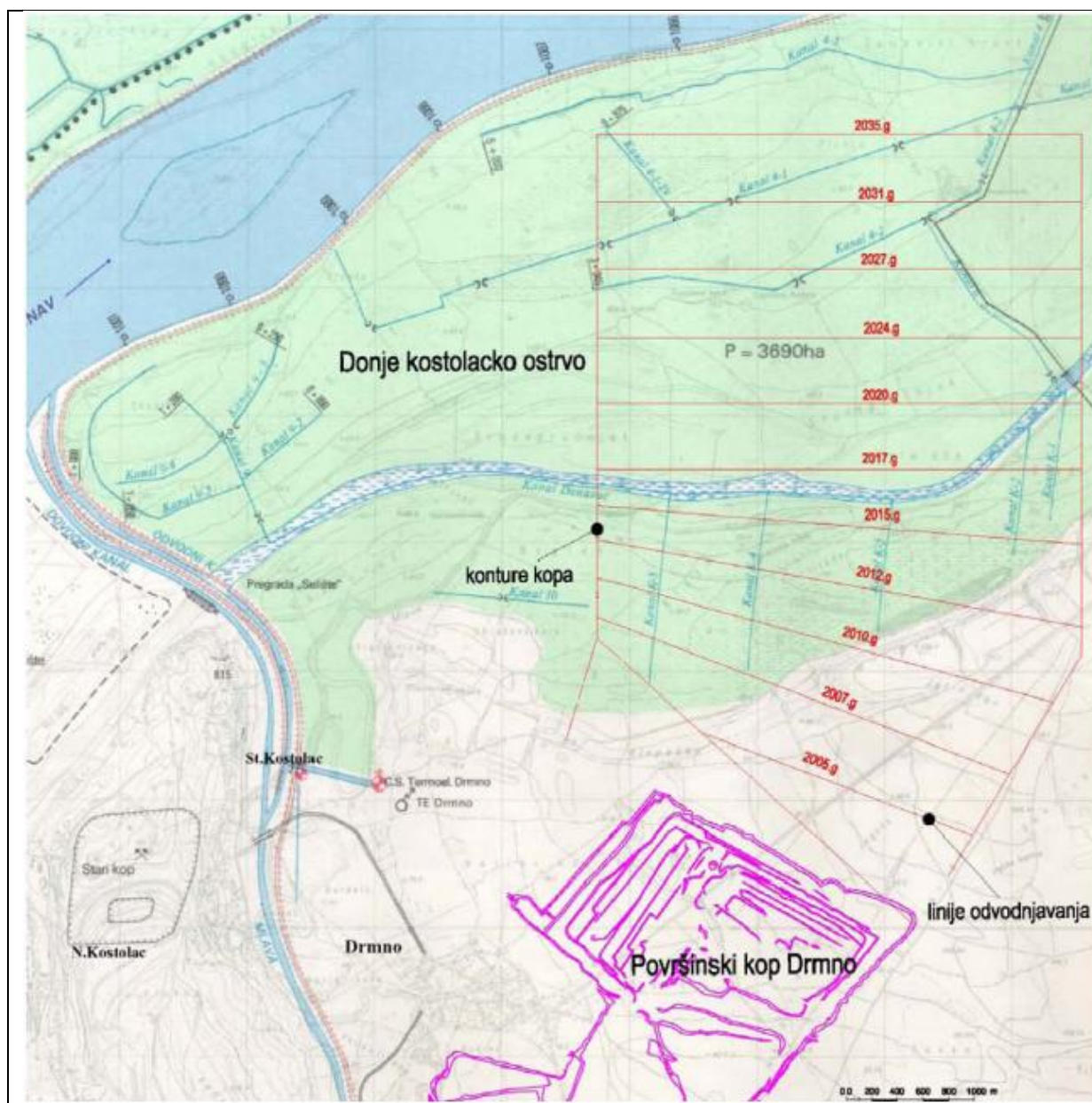
5.2 Заштита површинског копа Дрмно од подземних вода до краја експлоатације

Систем одбране површинског копа „Дрмно“ од подземних вода на крају експлоатације 2042.г. чине дренажни бунари, бодонепропусни екран и прикупљање истицања подземних вода по завршној косини копа (слика 5.2.).

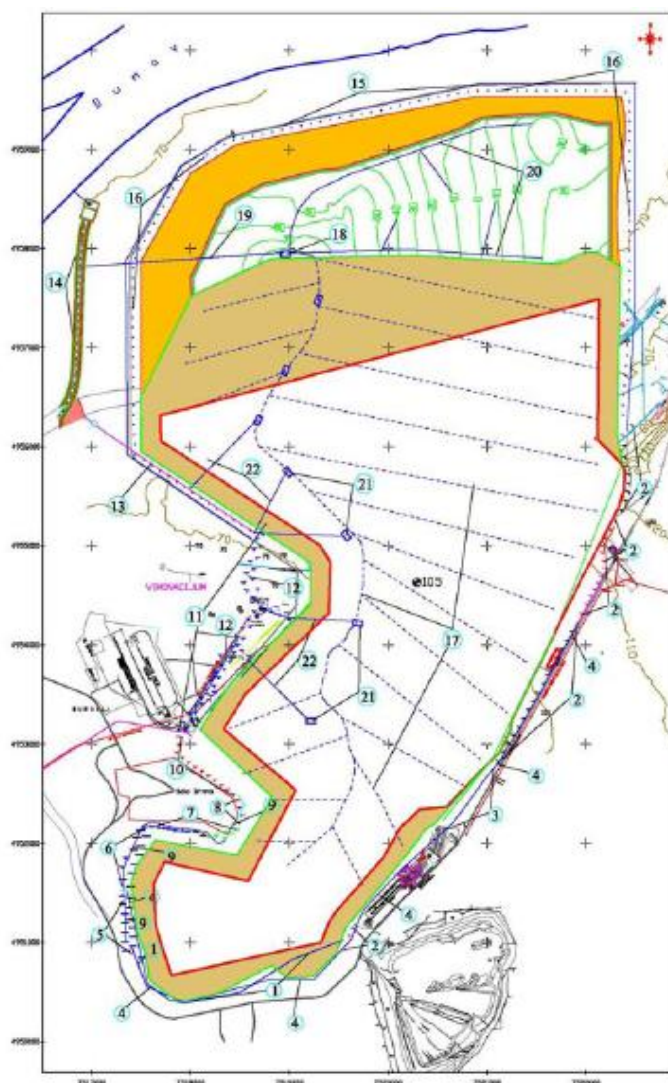
Поред раније изведених бунара у баражним линијама (који су до 2042.г. више пута ревитализовани или замењени новим у њиховој близини) линије ŠLA, LB-II, LB-III, LB-IV, LB-V“, у завршној години рада копа ради и 121 бунар између екрана и завршне косине копа. Сумарни капацитет свих дренажних бунара на површинском копу „Дрмно“ на крају 2042.г. износи 1200 l/s.

Бан непосредне околине копа где су смештени дренажни бунари, узет је у обзир и рад изворишта за ТЕ „Костолац“ (са 76 l/s преко 6 бунара) и изворишта из МЗ Стари Костолац са капацитетом од 24 l/s који се обезбеђују преко два експлоатациона бунар. Преко ова два бунара се захвата укупно 100 l/s подземних вода из пескова у повлати трећег угљаног слоја.

Старо речно корито Дунава-Дунавац, је пресечен напредовањем копа (слика 5.1), а на западној страни контуре ископа је направљено ново речно корито (слика 5.2.). Водонепропусни екран штити коп од продора исфилтрираних речних водана западу, почев од Виминацијума на северу, и на истоку од Кличевечке косе (слика 5.2.). Екран се гради из 8 деоница (табела 5.) са свим раније описаним техничким карактеристикама, и укупне је дужине од 12.819 m. До краја 2042.г. према пројектним решењима цео екран је 22 године у функцији заштите копа од прилива подземних вода.



Слика 5.1. Диспозиција површинског копа Дрмно и план развоја линија одводњавања до 2035. године



Слика 5.2. Систем заштите површинског копа Дрмно од вода (крај експлоатације)

- | | |
|--|---|
| 1-постојећи бодонепропусни екран | 2-пројектовани бунари бараже ŠLA |
| 3-постојећи бунари бараже ŠLA | 4-пројект. Одводни гравитациони цевовод OLŠLA |
| 5-пројектована баража бунара LB-II | 6-пројектована баража бунара LB-III |
| 7-пројектована баража бунара LC-IV | 8-пројектована баража бунара LB-IV |
| 9-пројектовани одводни цевовод у Млаву | 10-пројектована баража бунара LC-V |
| 11-постојећи бунари бараже LB-V“ | 12-одводни гравитациони цевовод GOL-I |
| 13-измењени грав. цевовод GOL-II | 14-ниво корито Дунавца |
| 15-бодонепропусни екран | 16-бунари између екрана и завршне косине копа |
| 17-дренажни канали | 18-главни водосабирник и црпна станица |
| 19-потисни цевовод | 20-етажни канали |
| 21-дренажни водосабирници са бунарима | 22-потисни цевовод из дренажних бунара |

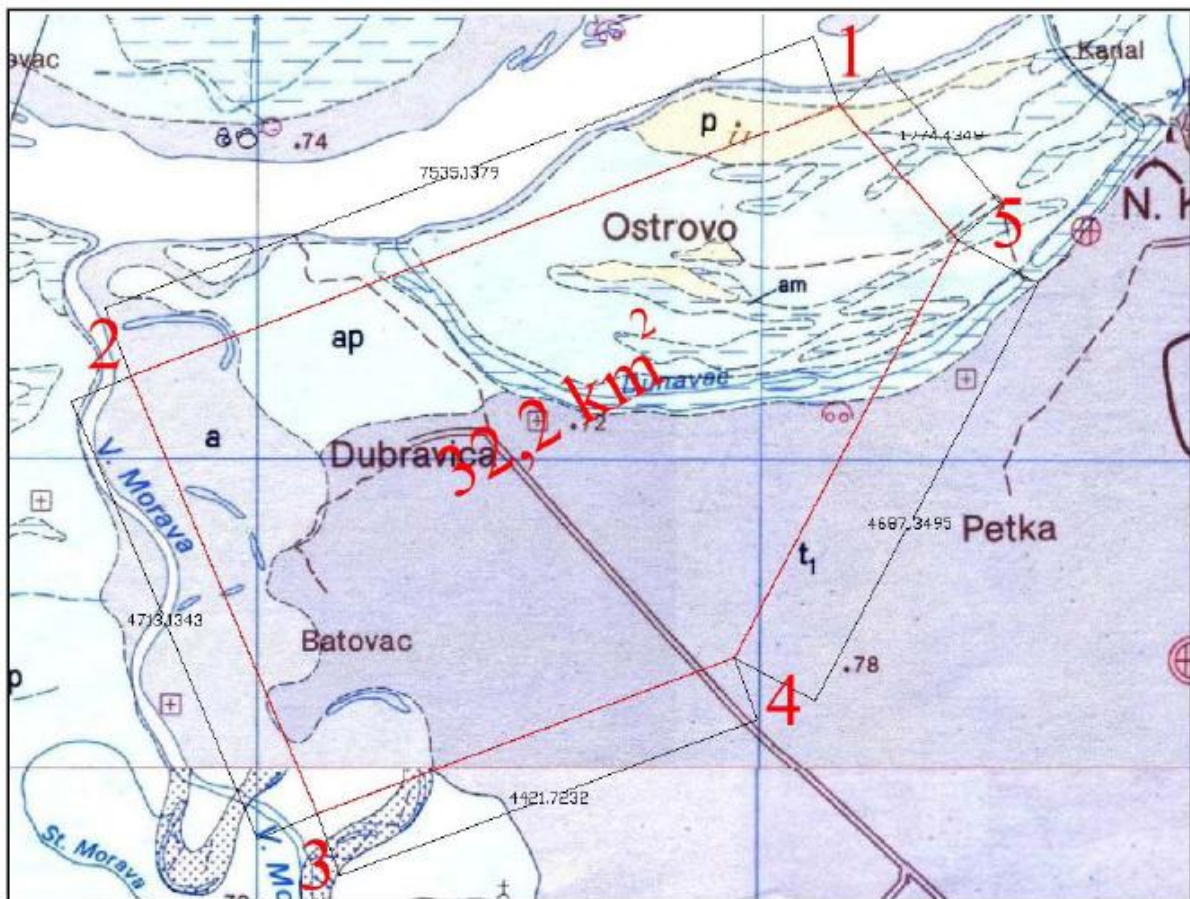
Табела 5. Деонице екрана са дужином, ширином, карактеристичним дубинама и временом израде.

Деоница	Дужина деонице (m)	Дужина дела деонице за различиту ширину (m)		Дубина екрана (m)		
		0.8 m	1.0 m	Средња	Мах	Min
1-2	1506	1506	0	27.75	40.00	19.90
2-3	1977	1577	400	35.97	61.80	19.80
3-4	1100	1100	0	29.53	34.00	19.80
4-5	555	555	0	33.70	39.50	29.30
5-6	2590	2291	299	31.30	48.70	21.30
6-7	1586	410	1176	42.90	54.50	21.40
7-8	2233	1495	738	37.60	52.00	27.6
8-9	1272	1081	191	19.90	46.70	14.80
Укупно	12819	10015	2804	32.33	61.80	14.80

6. Контуре и методе одводњавања планираног површинског копа

6.1. Контуре планираног површинског копа

Један од основних задатака израде овог хидродинамичког модела је и хидродинамичка анализа отварања новог рудника и његовог утицаја на постојећи режим подземних вода. Дефинисано је подручје које би захватало потенцијални коп чије је подручје оконтурено тачкама приказаним на слици(6.1.)



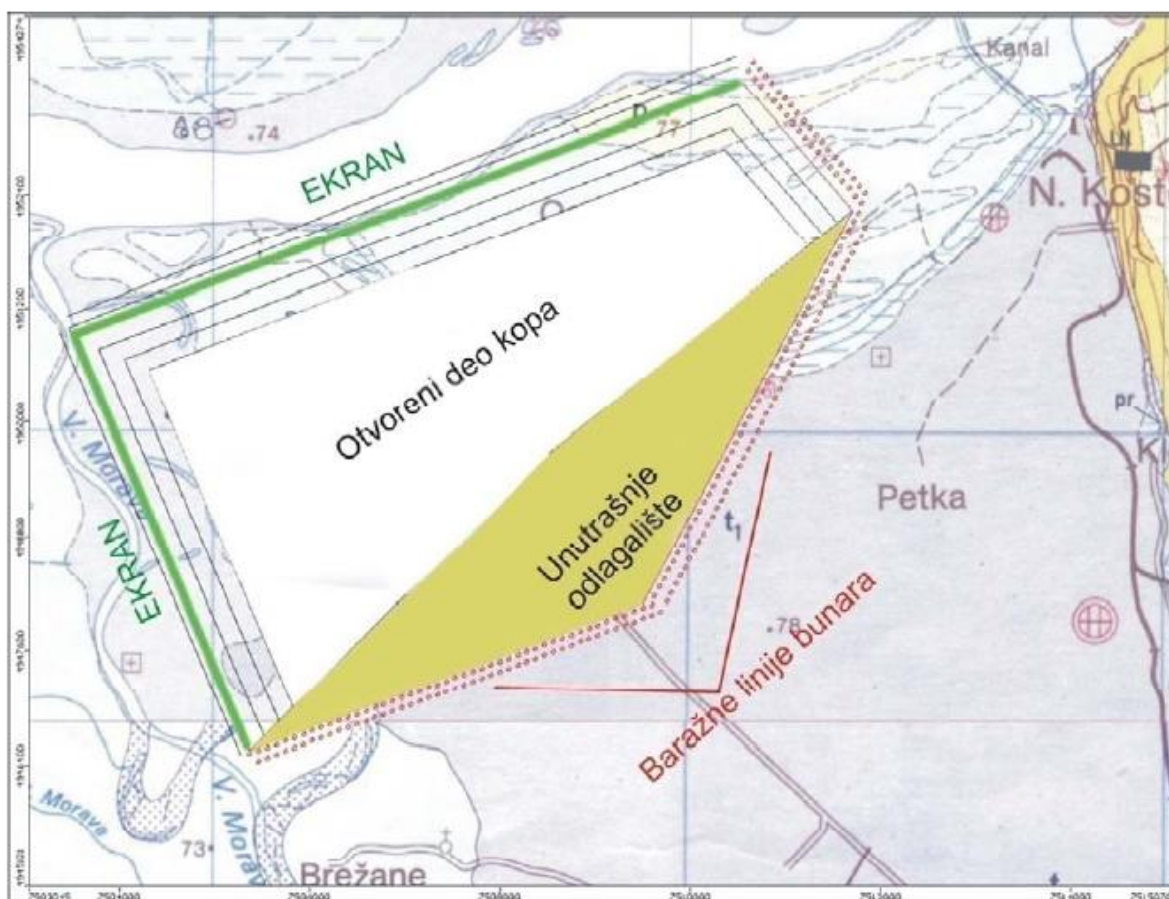
Слика 6.1. Површина терена потенцијалног површинског копа

Дужина подручја је према реци Дунав од 7,5 km, према Великој Морави приближно 4,7 km, према југу подручје је преломљено на два дела са дужинама од 4,4 и 4,7 km и

према Пожаревачкој греди у дужини од приближно 1,8 km. Укупна површина овог подручја је 32,2 km².

6.2 Планирана метода одводњавања

Оно што је карактеристично за овај коп је што су услови за одводњавање изразито тешки и тиме би овај коп био јединствен. Непосредна близина две реке Дунава и Велике Мораве уз чињеницу да је коефицијент филтрације шљунка веома велики, захтевају посебну анализу и истраживања. Анализирана је једна варијанта која са аспекта данашњег техничко-технолошког развоја могла да се примени на истражном простору. Заправо ради се о комбинованом одводњавању помоћу водонепропусног екрана и баража бунара са линијским распоредом два низа бунара.



Слика 6.2. Систем одводњавања потенцијалног површинског копа

Неке од претпоставки за потребе израде хидродинамичког модела су:

- **Екран** - је савршен до повлате глиненог слоја, претпостављене дубине од 21 до 27 m, и да је целом трасом бодонепропустан. Положај екрана је према водотоцима Дунаву и Великој Морави укупне дужине око 12,2 km.
- **Бунари**- у низу су два паралелна низа бунара на међусобном растојању од 100 m. Филтер бунара је уграђен од повлате I угљаног слоја, а капацитети у зависности од филтрационих карактеристика се крећу од 16 до 27 l/s. Укупан број бунара за ову хидродинамичку анализу је 196.
- **Одлагалиште**- одлагалиште је унутрашње, кога чине само прешинасте и глиновите фракције окренуте ка југу, док претпоставља да ће се шљунак као и угаљ експлоатисати као минерелна сировина.
- **Отворени део копа**- претпоставља да ће се применити методологија експлоатације угља као на површинском копу Дрмно, односно оставиће се слој угља тако да ће се спречити било какав вертикални дотицај.

7. Закључак

Лежиште "Дрмно" налази се на источном делу Костолачког угљеног басена, источно од реке Млаве, и захвата површину од око 50 km².

Нивои подземних вода површинског копа зависе од одређених фактора као што су: површинских токова (Дунав, Млава) вертикалног биланса (инфилтрација падавина, испаравања, евапотранспирације), подземног дотока по контурама копа, интензивног одводњавања кровинских наслага угља дренажним бунарима.

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

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

Систем заштите површинског копа од подземних вода састоји се из више елемената: дренажни бунари, водонепропусног екрана, етажних канала, водосабирника и пумпних станица. На југу је урађен водонепропусни екран у дужини од око 2625 m.

Бунари дренажу водоносни хоризонт у повлати III угљеног слоја, тако да вода буде максимално 1 m од повлате угља у профилу откопавња. Бунари су постављени по групама линија А, В и С. Бараже бунара А и В су лоциране по ободу копа и сталне су, док су бараже С управне на правац напредовања фронта радова и привременог су карактера.

Израда бараже бунара LC-X IV 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).

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 одводњеност радне средине површинског копа и све већу потребу за што бољим функционисањем објеката одводњавања.

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.

8. Литература

- [1] Група аутора, 2009: Главни рударски пројекат површинског копа Дрмно за капацитет од 9х106 тона угља годишње; Рударско-геолошки факултет, Београд.
- [2] Група аутора, 2009: Књига II.5 Технички пројекат заштите површинског копа "Дрмно" од подземних и површинских вода; Рударско-геолошки факултет, Београд.
- [3] Милошевић С. (1977): Хидрогеолошке карактеристике Костолачког угљеног басена са посебним освртом на одводњавање површинских копова, Костолац.
- [4] Лазић М., 2010: Студија хидрогеолошких карактеристика Костолачког угљеног басена са приказом водних ресурса; Рударско-геолошки факултет, Београд.