

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

**UNIVERSITY GOCE DELCEV - STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

**Број 14
No 14**

**Година 14
Volume XIV**

**Декември 2020
December 2020**

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**



**Природни ресурси и технологии
Natural resources and technologies**

**декември 2020
December 2020**

**ГОДИНА 14
БРОЈ 14**

**VOLUME XIV
NO 14**

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGIES

За издавачот

Проф. д-р Зоран Десподов

Издавачки совет

Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Лилјана Колева - Гудева
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Тодор Серафимовски
Проф. д-р Војо Мирчовски
Проф. д-р Тена Шијакова - Иванова
Проф. д-р Соња Лепиткова
Проф. д-р Гоше Петров
Проф. д-р Кимет Фетаху,
(Политехнички универзитет во Тирана, Р.Албанија)
Проф. д-р Ивајло Копрев,
(МГУ Софија, Р. Бугарија)
Проф. д-р Никола Лилиќ,
(Универзитет во Белград, Р. Србија)
Проф. д-р Јоже Кортник
Универзитет во Љубљана, Р. Словенија
Проф. д-р Даниела Марасова,
(Технички универзитет во Кошице, Р. Словачка)

Editorial board

Prof. Blazo Boev, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Liljana Koleva - Gudeva, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Todor Serafimovski, Ph.D
Prof. Vojo Mircovski, Ph.D
Prof. Tena Sijakova - Ivanova, Ph.D
Prof. Sonja Lepitkova, Ph.D
Prof. Gose Petrov, Ph.D
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D
R. Albania
Prof. Ivajlo Koprev, Ph.D
R. Bulgaria
Prof. Nikola Lilik, Ph.D
R. Srbija
Prof. Joze Kortnik, Ph.D
R. Slovenia
Prof. Daniela Marasova, Ph.D
R. Slovacka

Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Николинка Донева
Проф. д-р Марија Хаци - Николова

Editorial staff

Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Nikolinka Doneva, Ph.D
Prof. Marija Hadzi - Nikolova, Ph.D

Главен и одговорен уредник
Проф. д-р Афродита Зенделска

Managing & Editor in chief
Prof. Afrodita Zendelska, Ph.D

Јазично уредување
Весна Ристова
(македонски јазик)

Language editor
Vesna Ristova
(macedonian language)

Техничко уредување
Славе Димитров

Technical editor
Slave Dimitrov

Редакција и администрација
Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип
Факултет за природни и технички науки
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип
Република Северна Македонија

Address of the editorial office
Goce Delcev University - Stip
Faculty of Natural and Technical Sciences
Goce Delcev 89, Stip
Republic of North Macedonia

С о д р ж и н а / C o n t e n t s

Благој Голомеов, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска КОНТРОЛА НА ФИЛТРАЦИОНИТЕ ПРОЦЕСИ НИЗ ТЕЛОТО НА БРАНАТА НА ЈАЛОВИШТЕ 3-2 НА РУДНИК „САСА“ Vlagoj Golomeov, Mirjana Golomeova, Afrodita Zendelska CONTROLLING OF FILTRATION PROCESSES THROUGH THE BODY DAM OF TFS 3-2 AT MINE SASA	5
Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски КОМЕРЦИЈАЛИЗАЦИЈА НА ПОДЗЕМНАТА ГАСИФИКАЦИЈА НА ЈАГЛЕН ВО ЗЕМЈИТЕ ОД ЕВРОПСКАТА УНИЈА Radmila Karanakova Stefanovska, Zoran Panov, Risto Popovski THE MAINSTREAMING OF UNDERGROUND COAL GASIFICATION IN EUROPEAN UNION COUNTRIES	13
Ванчо Аџиски, Зоран Панов, Ристо Поповски, Радмила Каранакова Стефановска МЕТОД НА ДИСКРЕТНИ ЕЛЕМЕНТИ (ДЕМ) ЗА АНАЛИЗА НА СЕГРЕГАЦИЈАТА НА ГРАНУЛАРНИ МАТЕРИЈАЛИ: АНАЛИЗА НА ОДЛАГАЛИШТЕ ФОРМИРАНО ОД ЛЕНТЕСТ ТРАНСПОРТЕР Vancho Adjiski, Zoran Panov, Risto Popovski, Radmila Karanakova Stefanovska DISCRETE ELEMENT METHOD (DEM) FOR SEGREGATION ANALYSIS OF GRANULAR MATERIALS: ANALYSIS OF STOCKPILE FORMED BY CONVEYOR BELT	19
Зоран Панов, Ванчо Аџиски, Афродита Зенделска, Ристо Поповски, Радмила Каранакова Стефановска ОСВРТ КОН ПРИМЕНА НА МАТЕМАТИЧКО – МОДЕЛИСКИ ПРИСТАПИ ПРИ ГЕОМЕХАНИЧКИ ЛАБОРАТОРИСКИ ИСПИТУВАЊА Zoran Panov, Vancho Adjiski, Afrodita Zendelska, Risto Popovski, Radmila Karanakova Stefanovska APPROUCH OF APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELLING IN GEOMECHANICAL LABARATORY TESTS	27
Дејанчо Тонев, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова МОДЕЛИРАЊЕ НА ДИСПЕРЗИЈА НА ПРАШИНА НА ПЛАНИРАНИОТ ПОВРШИНСКИ КОП ЗА БАКАР И ЗЛАТО „ПЛАВИЦА“ Dejancho Tonev, Dejan Mirakovski, Marija Hadzi-Nikolova DUST DISPERSION MODELING WITHIN PLANNED COPPER AND GOLD “PLAVICA” SURFACE MINE	39
Иван Боев ПЕТРОЛОГИЈА НА ВУЛКАНСКИТЕ КАРПИ ОД ОБЛАСТА ДОБРО ПОЛЕ ГРАДЕШНИЦА РЕПУБЛИКА СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА Ivan Bоеv PETROLOGY OF VOLCANIC ROCKS OF AREA DOBRO POLE-GRADESNICA NORTH MACEDONIA	49
Афродита Зенделска, Николинка Донева, Марија Хаџи-Николова, Дејан Мираковски, Ѓорѓи Димов ЕКОЛОШКИ ЕФЕКТИ ОД СПРОВЕДУВАЊЕ НА ПРОЕКТОТ „БИООТПАД“ ВО ОПШТИНА ПРОБИШТИП Afrodita Zendelska, Nikolinka Doneva, Marija Hadzi-Nikolova, Dejan Mirakovski, Gorgi Dimov ECOLOGICAL EFFECTS FROM THE IMPLEMENTATION OF THE PROJECT “BIOWASTE” IN MUNICIPALITY OF PROBISHTIP	63

Марија Хаци-Николова, Дејан Мираковски, Ѓорги Димов, Николинка Донева, Афродита Зенделска ПРИМЕНА НА АВТОНОМНИ КОМПОСТЕРСКИ ЕДИНИЦИ ВО УПРАВУВАЊЕ СО БИОРАЗГРАДЛИВИОТ ОТПАД Marija Hadzi-Nikolova, Dejan Mirakovski, Gorgi Dimov, Nikolinka Doneva, Afrodita Zendelska IMPLEMENTATION OF AUTONOMOUS COMPOSTING UNITS IN BIODEGRADABLE WASTE MANAGEMENT	71
Благица Донева, Марјан Делипетрев, Ѓорги Димов ЗАГАДУВАЊЕ НА ВОДИТЕ И СЕДИМЕНТИТЕ ОД ТАБАНОВСКА РЕКА СО ТЕШКИ МЕТАЛИ ОД ПОРАНЕШНИОТ РУДНИК „ЛОЈАНЕ“ Blagica Doneva, Marjan Delipetrev, Gorgi Dimov POLLUTION OF WATER AND SEDIMENTS FROM TABANOVSKA RIVER WITH HEAVY METALS FROM THE ABANDONED MINE LOJANE.....	79
Јане Томов, Зоран Десподов ПРИМЕНА НА МЕТОДИТЕ ЗА ПОВЕЌЕ КРИТЕРИУМСКО ОДЛУЧУВАЊЕ ПРИ ДОНЕСУВАЊЕ НА ОДЛУКИ ВО ИНДУСТРИСКОТО ИНЖЕНЕРСТВО И ПРОИЗВОДСТВО Jane Tomov, Zoran Despodov APPLICATION OF THE METHODS OF MULTI CRITERIA DECISION MAKING IN INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANUFACTURING	87

КОНТРОЛА НА ФИЛТРАЦИОНИТЕ ПРОЦЕСИ НИЗ ТЕЛОТО НА БРАНАТА НА ЈАЛОВИШТЕ 3-2 НА РУДНИК „САСА“

Благој Голомеов¹, Мирјана Голомеова¹, Афродита Зенделска¹

¹ Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип
blagoj.golomeov@ugd.edu.mk

Апстракт. Процесите на филтрирација низ телото на песочната брана кај конвенционалните хидројаловишта, кои се градат со низводен метод, се еден од најважните елементи кои директно влијаат на стабилноста на браната, а со тоа и на целокупната инсталација на хидројаловиштата. Со контролирање на нивото на провирните линии низ телото на браната, ние индиректно ја контролираме работата на дизајнираните дренажни ќилими, чија функција е да ја фатат филтрационата вода низ телото на песочната брана и да се исцедат низводно во форма на дренажна вода. Овој труд го покажува начинот на контрола на процесите на филтрација низ телото на песочната брана бр. 3-2 кај рудникот „Саза“ преку систем на пиезометри и преку редовно испитување на основните геомеханички параметри на песокот од кој е изградена браната.

Клучни зборови: инсталации за отпад, филтрација, пиезометри, брана, постројки, визуелна контрола, истекување, геомеханика, дренажна вода.

CONTROLLING OF FILTRATION PROCESSES THROUGH THE BODY DAM OF TFS 3-2 AT MINE SASA

Blagoj Golomeov¹, Mirjana Golomeova¹, Afrodita Zendelska¹

¹Faculty of natural and technical science, Goce Delcev University, Stip, Macedonia
blagoj.golomeov@ugd.edu.mk

Abstract. The filtration processes through the body of the sand dam at conventional tailings, which are built by downstream method, are one of the most important elements that directly affect the stability of the dam and thus the overall tailings installation. By controlling the level of the seepage lines through the body of the dam, we actually indirectly control the work of the designed drainage carpets, whose function is to capture the filtration water through the body of the sand dam and drain them downstream in the form of drainage water. This paper shows the way to control the filtration processes through the body of the sand dam no. 3-2 at the Sasa Mine through a system of piezometers and through regular examination of the basic geomechanical parameters of the sand from which the dam is built.

Kew words: Waste Installations, filtration, piezometers, dam, facilities, visual control, seepage, geomechanics, drainage water

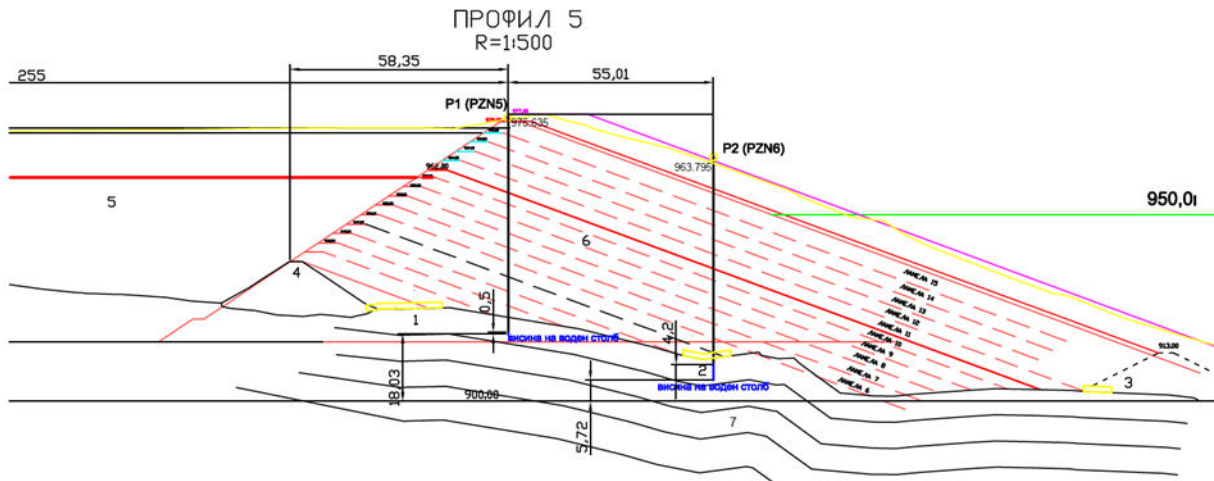
1. Контрола на филтрациониот процес преку ситем од пиезометри

Според основниот проект за оскултација [1] на новото хидројаловиште до ката 960 м.н.в., беше предвидено да се постават најмногу 25 пиезометри со ознака П1 до П25, од кои 6 (П1 до П6) на круната на браната, 10 се во телото на хидројаловиштето, а 9 се на боковите на возводната страна од хидројаловиштето. Со Анексот на Проектот за оскултација [2] со надвишувањето на хидројаловиштето до ката од 975 м.н.в. беше предвидено да се постават додатно уште 9 пиезометри П26 – П34. Од предвидениот пиезометриски систем во првата половина од 2008 год. беа поставени 8 пиезометри (три на постојната круна од браната, а пет во телото на браната). Во средината на 2009 год. беа поставени уште 6 пиезометри, во средината на август 2010 год. беа поставени нови 3 пиезометри, а во месец јуни 2011 беа поставени уште 2 пиезометра. Во текот на месец декември 2012 год., во согласност со проектната документација, во долниот дел од круната на браната беа поставени 3 нови пиезометри. Во текот на подоцнежната експлоатација, со натамошно постепено зголемување на габаритот на хидројаловиштето, sukcesивно се вршеше поставување на останатите пиезометри. Со поместувањето на круната на браната низводно (преку градење на нови ламели) дел од пиезометрите остануваат во делот на таложното езеро. Сите овие пиезометри беа поставувани тековно од страна на инвеститорот и според графичката документација, не се протегаа по целата висина на телото на браната, поради што, никогаш во нив не беше регистрирано присуство на вода. Овој пиезометарски систем ја одигра својата улога на контрола на нивото на провирните линии низ телото на браната во експлоатациониот период. Со достигнувањето на последната 15-та ламела од телото на браната, на ката од 975 м.н.в., и со неговото комплетно оформување, се наметна потребата од поставување на нови пиезометри од страна на професионален изведувач, по сите стандарди. Овие пиезометри требаше да одговорат на потребата од

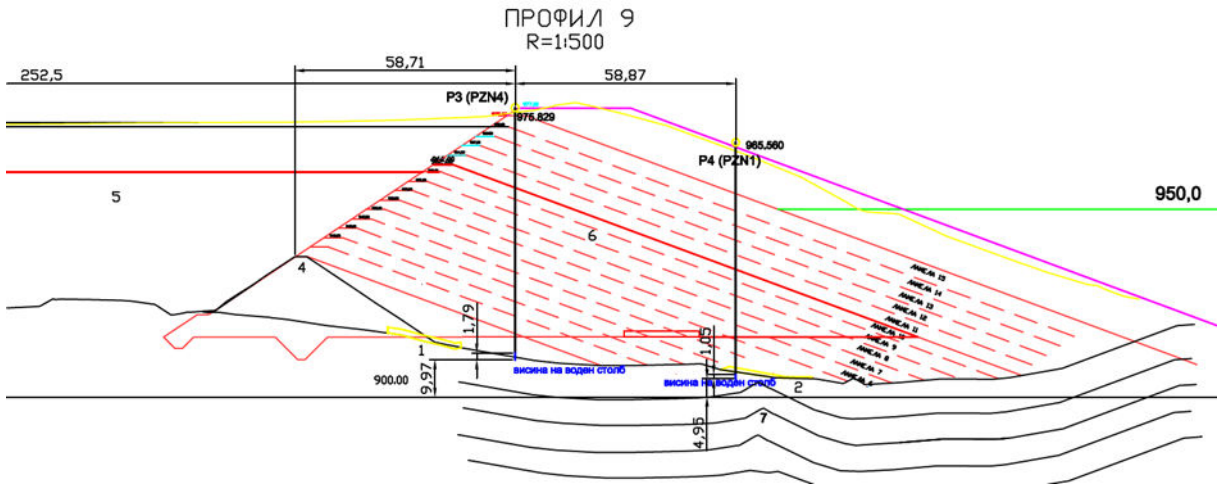
долгорочна идна оскултација на хидројаловиште 3-2, фаза 2. Поради тоа, со Анекс_1 кон Проектот за Оскултација на хидројаловиштето бр. 3 фаза 2 на рудникот за олово и цинк „Саса“ – М. Каменица [3], од јуни 2016 год. беа предвидени, а во септември 2016 год. и поставени 6 нови пиезометри по целата висина на телото на браната. И тоа, 3 на круната на браната, по надолжните профили 5, 9 и 14 (П1-со висина од 58 м, П3 – со висина од 66 м и П5-со висина од 70 м, соодветно) и 3 пиезометри беа поставени на истите надолжни профили, но пониско на кота од 955 м.н.в., (П2-со висина од 48 м, П4-со висина од 51 м и П6-со висина од 48 м, соодветно). Ова од причина што таложното езеро на ново проектираното хидројаловиште бр. 4, кое е проектирано низводно непосредно под хидројаловиште бр. 3 фаза 2, ќе налегнува на песочната брана од хидројаловиште бр. 3 фаза 2 и ќе има завршна кота од 950 м.н.в. Во текот на јули 2018 година, извршено е пломбирање на дренажна цевка на хидројаловиштето 3-2, која од каптажа (природен извор кој се појави во текот на 2008 година во низводната ножица на браната) ја одведуваше водата до приемната шахта на првиот низводно поставен дренажниот тепих под хидројаловиште 3-2. Претпоставката беше дека, со пломбирањето на дренажната цевка нема да дојде до подигање на нивото на водата, во овој дел од јаловиштето, бидејќи истата ќе биде прифатена од првиот дренажен тепих низводно. Заради потребата да се потврди ваквата претпоставка, во делот на природниот извор, непосредно низводно, беше поставен пиезометар, означен како П7-со висина од 46 м со координати Y - 7 627 276,34; X - 4 663 093,663 и Z - 948,157. Со мерењето на нивото на водата во овој пиезометар беа потврдени очекувањата дека низводниот дренажен тепих ги прифати овие води.

Заради контрола на провирните линии низ телото на браната, редовно се врши мерења на нивото на водата во шестте новопоставени пиезометри на профилите 5, 9 и 14. Средните вредности од извршените мерења во текот на 2018 и 2019 година се прикажани во Табела 1.

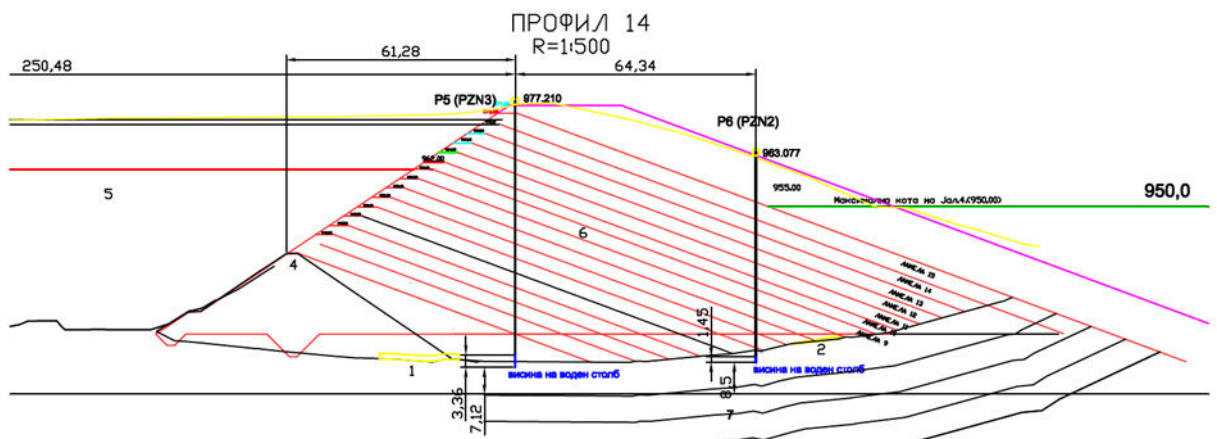
Континуирано, само кај два, од вкупно шест пиезометри, имаше нешто повисоко ниво на вода, тоа се пиезометар 2 и пиезометар 5. Пиезометар 2 е втор пиезометар на профил 5. Во првиот пиезометар од овој профил П1 имаме многу пониско ниво на вода, од само 0.5 метри што е сосема нелогично доколку се работи за подигање на провирните линии. Пиезометар 5 е на ист профил (профил 14) со пиезометар 6. Кај овој профил имаме нагло и логично спуштање на нивото на водата од П5 до П6. Многу е логично дека, ако зголеменото ниво на вода во пиезометрите 2 и 5 потекнува од одредено водозаситување на телото на браната, односно од подигање на провирните линии, тогаш тоа би имало ефект врз сите поставени пиезометри. Но сепак, заради отстранување и на најмал сомнеж во поглед на одвивањето на филтрационите процеси низ телото на браната, односно функционирањето на дренажниот систем, од страна на проектантот Градежен факултет – Скопје беше изготвена Анализа на стационарна филтрација на јаловиште Саса 3-2 за изградена состојба на браната и за инсталирани пиезометри во три напречни профили [4]. Анализата на стационарната филтрација е направена за крајна кота на таложното езеро од 973.2 м.н.в и за крајна кота на телото на браната од 977 м.н.в. (Слика 1, 2 и 3). При тоа се одредени нивоата на пиезометарските притисоци (изразени преку висината на водениот столб) за сите шест пиезометри поставени во профилите 5, 9 и 14 во зависност од нивната местоположба. Со анализата се одредени по три нивоа на пиезометарските притисоци (нормален, предупредувачки и критичен) за секој пиезометар според неговата местоположба (Табела 1). Нормалното ниво е она кое е очекувано согласно геометријата на хидројаловиштето и на графициите подолу, за секој пиезометар посебно, е означено со зелена линија. Предупредувачкото ниво е означено со жолта линија. Тоа е ниво на „готовност“ и упатува на тоа дека двата узводни дренажни ќилими не функционираат регуларно. Во таков случај не е загрозувана стабилноста на браната според критериумот на „привремено статичко товарење“ но неопходно е да се изведат санациони мерки на дренажниот систем во што покус временски рок. Критичното ниво е означено со црвена линија. Тоа е ниво на „општа тревога“ и упатува на тоа дека имаме целосно откажување на дренажниот систем. Причина за ваквата неповолна филтрација најчесто е суперпозиција од повеќе влијанија, комплетно зачепување на дренажите, филтрациона деградација на материјалот и појава на анизотропни својства кои може да предизвикаат натамошно подигање на линијата на водозаситеност и загрозување на стабилноста на браната. Доколку во иднина се случи ова најнеповолно сценарио, треба да се зголеми честината на техничкото набљудување на браната, да се известат надлежните во регионот за управување во кризни ситуации и ургентно да се изведат санационите мерки на дренажниот систем.



Слика 1. Профил бр. 5 на браната на хидројаловиштето



Слика 2. Профил бр. 9 на браната на хидројаловиштето



Слика 3. Профил бр. 14 на браната на хидројаловиштето

Табела 1. Средните вредности од извршените мерења во текот на 2018 и 2019 година

Профил	Пиезомертар	model 973.2 (нормално ниво)	model 973.2, 2 drain (предупредувачко ниво)	model 973.2, no drain (критично ниво)
		Zw	Zw	Zw
		м.н.в.		
5	1	919.10	928.51	934.63
	2	909.96	919.41	926.77
9	3	912.16	928.08	933.67
	4	906.41	917.48	924.38
14	5	912.40	926.36	932.48
	6	910.05	915.03	922.63

Врз основа на резултатите од измерените нивоа на вода во поделните пиезометри П1 до П6 (Табела 2), графички претставени на График 1 до График 6 [5] може да констатираме дека низ телото на браната на хидројаловиште бр. 3-2 имаме регуларни филтрациони процеси и нема индикации за било какво нарушување на стабилноста на браната.

Табела 2. Резултати од измерените нивоа на вода во поделните пиезометри П1 до П6

Дата	П1 [м.н.в.]	П2 [м.н.в.]	П3 [м.н.в.]	П4 [м.н.в.]	П5 [м.н.в.]	П6 [м.н.в.]
Јул-18	918.39	906.42	914.00	905.80	912.00	910.41
Авг-18	918.03	906.52	912.40	906.74	911.94	910.45
Сеп-18	918.03	909.07	911.87	906.32	910.60	909.64
Окт-18	918.03	909.77	911.04	905.82	910.58	909.83
Ное-18	918.03	909.87	911.12	906.32	910.45	909.81
Дек-18	918.03	909.84	911.12	906.37	910.43	909.82
Јан-19	918.03	909.82	910.77	906.32	910.17	909.91
Фев-19	918.03	909.74	910.77	906.26	910.06	909.83
Мар-19	918.53	909.92	911.10	905.90	910.32	909.87
Апр-19	918.53	909.87	911.10	905.95	910.32	909.87
Мај-19	918.53	909.92	911.27	906.10	910.62	910.00
Јун-19	918.53	909.92	911.67	905.83	910.45	909.95
Јул-19	918.53	909.87	911.59	905.90	910.32	909.92
Авг-19	918.53	909.89	911.64	905.92	910.30	909.89
Сеп-19	918.53	909.89	911.52	905.92	910.31	909.90
Окт-19	918.42	909.89	911.62	905.83	910.15	909.87
Ное-19	918.30	909.88	911.59	905.81	910.10	909.88
Дек-19	918.24	909.70	911.50	905.68	909.54	909.80

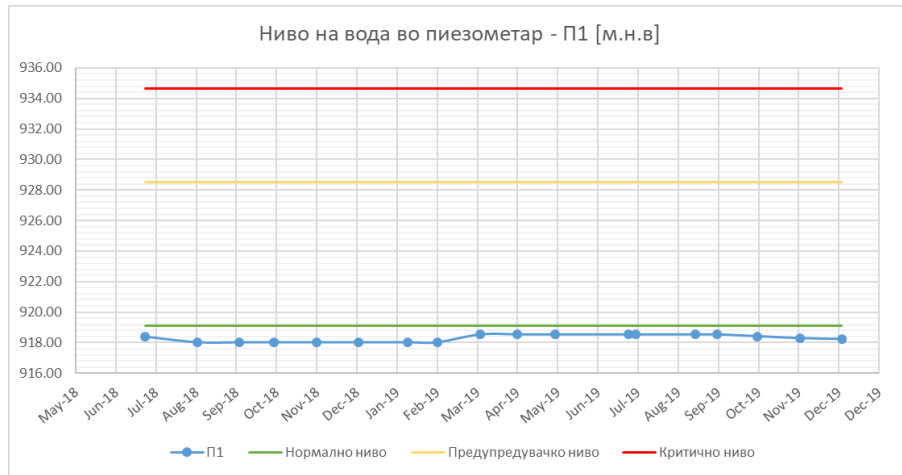


График 1. Ниво на вода во пиезометар П1

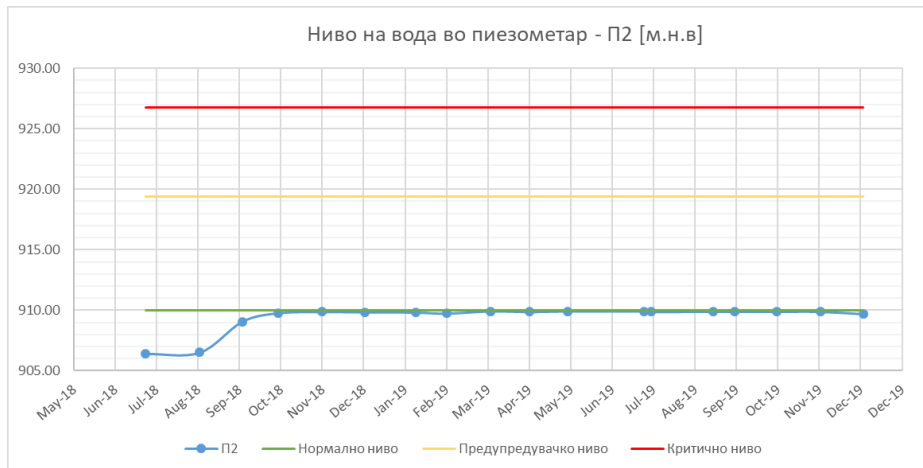


График 2. Ниво на вода во пиезометар П2

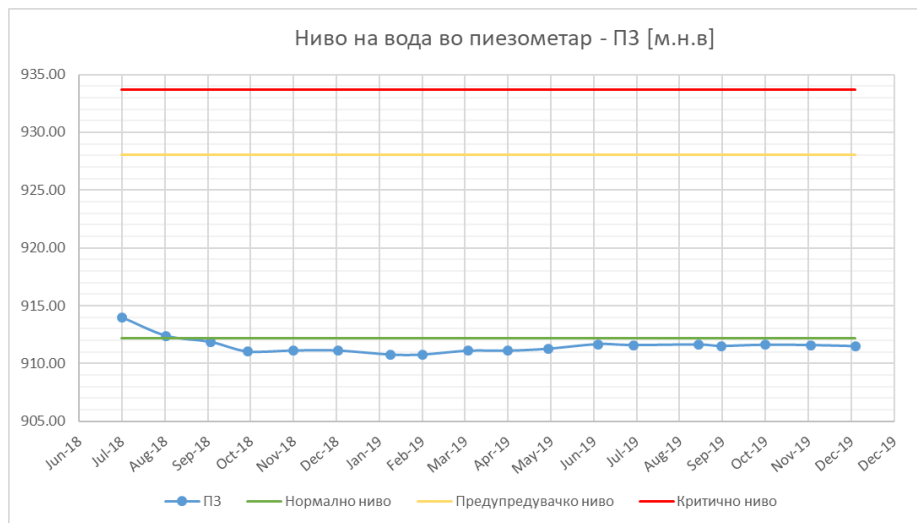


График 3. Ниво на вода во пиезометар П3

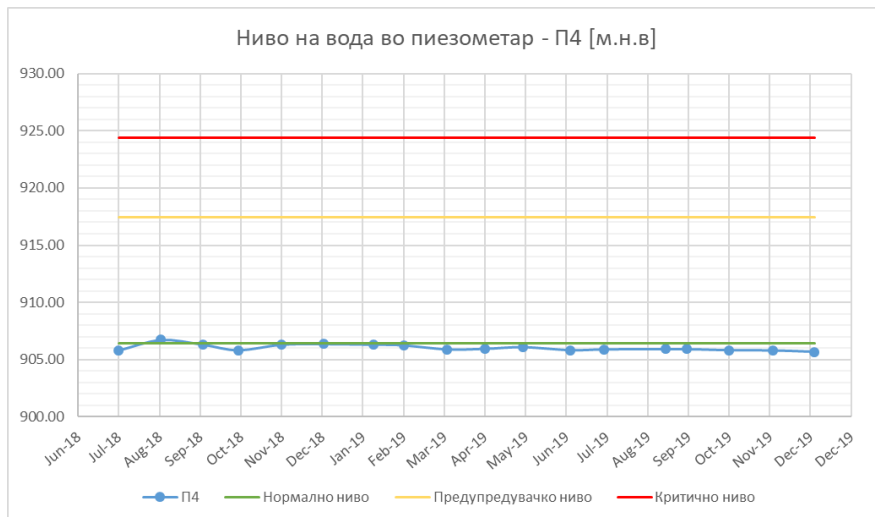


График 4. Ниво на вода во пиезометар П4

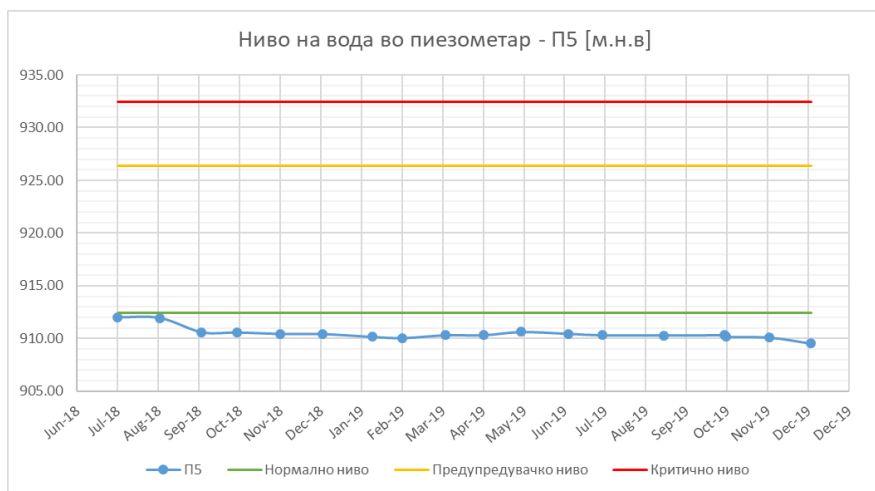


График 5. Ниво на вода во пиезометар П5

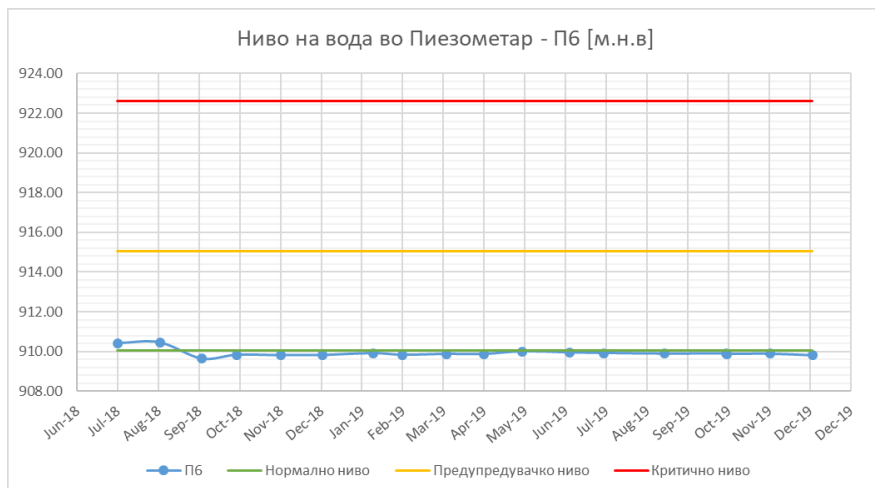


График 6. Ниво на вода во пиезометар П6

Од сето ова произлегува заклучок дека нема никакви индикации за било какви аномални појави поврзани со нивото на провирните линии во телото на браната, нејзиното ефикасно отцедување и нормалното функционирање на дренажниот систем.

2. Контрола на филтрациониот процес преку систем од пиезометри

Во текот на месец јуни 2019, беше изведена дупчотина на круната на браната, при што беа земани проби од песокот, од различни нивоа. Врз основа на податоците од геотехничките испитувања на карактеристиките на песокот од кој е изградена браната [6], преку споредување (Табела 3), можеме да констатираме дека основните геомеханички параметри на песокот од кој е изградена браната, се совпаѓаат со проектните вредности, а пооделни од нив, како што е водопропустливоста и кохезијата, се значително подобри. Единствено, податокот за гранулометрискиот состав на песокот, изразен преку процентуалната застапеност на класата – 74 микрони, не може да се земе за релевантен, имајќи предвид дека пулпата на влезот од хидроциклонот содржи околу 55 – 60 % од класата -74 микрони. Со процесот на хидроциклонирање се издвојува производ песок, со значително помало присуство на најситните класи, кои воглавно, преминуваат во производот прелив. Причина за вака добиените резултати при геотехничките испитувања, при кои пробите се земани од различни нивоа во процесот на дупчење, може да се објасни со постојаното додавање на вода во дупчотината, во процесот на дупчење, при што настанува испирање на најситните честички и нивно концентрирање на дното од дупчотината од каде се земани пробите.

Табела 3. Геотехничките испитувања на карактеристиките на песокот од кој е изградена браната

Елемент	Во проектна документација	Во испитуваните проби (2019) просечно	
		Директно смолкнување	Триаксијална ќелија
Агол на внатрешно триење ϕ [°]	32	28.9	33.29
Коефициент на водопропусност K [m/s]	2.0×10^{-06}	1.19×10^{-05}	
Кохезија [kPa]	0	7.2	62.51
Специфична тежина ρ_s [kN/m ³]	32	30	
Волуменска тежина во природна состојба ρ [kN/m ³]	19.8	21.43	
Волуменска тежина во сува состојба ρ_d [kN/m ³]	18.0	19.74	
Волуменска тежина во заситена состојба ρ_{sat} [kN/m ³]	22.3		
Присуство на поситна фракција од 0.074 мм или 74 микрони [%]	18.6 (за фракција поситна од 0.074 мм)	30 – 55 %	

Пред сè, имаме значително подобар коефициент на водопропусливост на песокот од кој е изградена браната во однос на влезната проектна вредност, врз основа на која се правени сите анализи поврзани со филтрационите процеси и димензионирањето на дренажните ќилими. Ова укажува дека се исполнети сите услови за непречена и брза филтрација на водата низ телото на браната.

3. Заклучок

Јаловиштата дефинирани како Инсталации за отпад, согласно Законот за минерални сировини претставуваат објекти со висок потенцијален hazard. Поради тоа, неопходно е потребно нивно перманентно визуелно и техничко набљудување, како во текот на експлоатациониот така и во постексплоатациониот период. Две најчести сценарија кои можат да доведат до уривање на јаловишната брана се, прелевање на вода преку круната на браната и неконтролирано подигање на нивото на провирните линии низ телото на браната [7][8]. Во вториот случај доаѓа до недозволено водозаситување на телото на браната, нагло зголемување на порниот притисок што од своја страна опасно го намалува ефективниот притисок, врз основа на кој се темели статичката стабилност на браната. Поради ова, многу е значајна сериозна контрола на филтрационите процеси низ телото на браната во текот на целиот животен век на хидројаловиштето, како во експлоатациониот период така и во постексплоатациониот период, сè до неговото комплетно отцедување. За тоа е неопходно поставување на пиезометарски систем по сите стандарди, заради ефикасна контрола на провирните линии низ телото на браната и контрола на функционалноста на поставениот дренажен систем. Честата контрола на основните геомеханички карактеристики на песокот од кој се гради браната во однос на влезните проектни вредности, врз основа на кои е димензиониран и дренажниот систем, посредно ни укажува дека низ телото на песочната брана можеме да очекуваме регуларни филтрациони процеси.

Користена литература

- [1] Проект за оскултација на ново хидројаловиште на Рудник „Саса“, М. Каменица, УГД – Штип, јануари 2008.
- [2] Анекс кон Проектот за оскултација на хидројаловиште бр. 3-2 на Рудник „Саса“ М. Каменица, УГД – Штип, март 2012.
- [3] Анекс_1 кон Проектот за Оскултација на хидројаловиштето бр. 3 фаза 2 на рудникот за олово и цинк „Саса“ – М. Каменица, УГД – Штип, јуни 2016.
- [4] Анализа на стационарна филтрација на јаловиште Саса 3-2 за изградена состојба на браната и за инсталирани пиезометри во три напречни профили, Градежен факултет, Скопје, август 2019.
- [5] Елаборат за анализа и оцена на стабилноста и функционалноста на браната, таложното езеро и придружните објекти на флотациското хидројаловиште бр.3-2 фаза на Рудник „САСА“ и за стабилноста на теренот околу браната, таложното езеро и придружните објекти на флотациското хидројаловиште бр.3-1 фаза на Рудник „САСА“ за 2019 г, УГД - Штип, февруари 2020.
- [6] ЕЛАБОРАТ од геотехнички истражни работи и лабораториски испитувања на круната на браната на Хидројаловите 3.2 и тело на Хидројаловиште 3.1, GEING - Скопје, јули 2019.
- [7] *Борис Крстев, Благој Голомеов*, Флотациски хидројаловишта, Универзитет „Гоце Делчев“ – Штип, 2008.
- [8] *Милосав Адамовиќ.et. al.*, Технолошке основи проектовања постројења за припрему минералних сировина, Рударски институт – Београд, 1999.