



ЗРГИМ

**XV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '24

**18 ÷ 20. 10. 2024 година
Струга**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

XV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО ПОДЕКС – ПОВЕКС '24

од 18 ÷ 20. 10. 2024 година, Струга

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Зборник на трудови:
**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА
МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија
www.zrgim.mk

Главен и одговорен уредник:

Проф. д-р Стојанче Мијалковски

За издавачот:

м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.

Техничка подготовка:

Проф. д-р Стојанче Мијалковски

Изработка на насловна страна:

Борис Ткалчев

Печатница:

“2–ри Август”, Штип

Година:

2024

Тираж:

150 примероци

Место на издавање:

Кавадарци

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'24 (15; 2024; Струга)
Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / XV
стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'24 од 18-20.10.2024 година, Струга;
[главен и одговорен уредник Стојанче Мијалковски]. - Скопје:
Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија, 2024.-281 стр.: илустр.; 30 см

Библиографија кон трудовите
ISBN 978-608-65530-8-1

а) Рударство -- Експлоатација -- Минерални сировини -- Собири
COBISS.MK-ID 64529157

Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга да биде репродуциран, снимен или фотографран без дозвола на авторите и издавачот.



ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

www.zrgim.org.mk



КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ "ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ" - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

НАУЧЕН ОДБОР

Претседател:

Проф. д-р **Зоран Панов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија.

Членови на научниот одбор:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Зоран Панов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Дејан Мираковски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Благој Голомеов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Блажо Боев**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ристо Дамбов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Орце Спасовски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Војо Мирчовски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Стојанче Мијалковски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Николинка Донева**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ѓорѓи Димов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Милорад Јовановски**, Градежен факултет, УКИМ, Скопје, Северна Македонија;

Проф. д-р **Виктор Гавриловски**, Машински факултет, УКИМ, Скопје, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;

Проф. д-р **Раде Токалиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;

Проф. д-р **Војин Чокорило**, РГФ, Белград, Р. Србија;

Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;

Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;

Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;

Проф. д-р **Иваило Копрев**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Димитар Анастасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Павел Павлов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Кемал Зекири**, Факултет за геонауки, Митровица, Косово;

д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР

Претседател:

Митко Крмзов, Геомин, Струмица.

Потпретседатели:

Проф. д-р **Стојанче Мијалковски**, ФПТН, УГД, Штип;

м-р **Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;

Емил Јорданов, ГД “Гранит” АД, Скопје.

Генерален секретар:

м-р **Горан Сарафимов**, Рудник “Бучим”, Радовиш.

Членови на организациониот одбор:

м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;

м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;

м-р **Лазе Атанасов**, ДИТИ, Скопје;

м-р **Горан Стојкоски**, ЗРГИМ, Прилеп;

м-р **Сашо Јовчевски**, Стентон градба, Битола;

м-р **Андреј Кепевски**, Цементарница “Усје”, Скопје;

м-р **Дејан Ивановски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;

Мице Тркалески, Мермерен комбинат, Прилеп;

Пепи Мицев, “Геомин”, Струмица;

Зоран Костоски, Мармобианко, Прилеп;

Авдуш Јонузи, ДИТИ Скопје;

Драгана Керазовска Маркова, Алфатек, Скопје;

Георге Микропоулос, SKM Drill, Кавадарци;

Ивица Карапетров, Рудник “Бучим”, Радовиш;

Тони Митевски, Рудник “САСА”, М. Каменица;

Александар Стоилков, АД ЕСМ, Скопје;

Миланчо Дамески, МИСА-МГ, Скопје;

Сашко Дамески, МИСА-МГ, Скопје;

Лазар Пончев, Машинокоп, Кавадарци;

Игор Трајанов, Рудник “Бучим”, Радовиш;

Виктор Шотаровски, Metso, Скопје;

Васко Саламовски, Metso, Скопје;

Илија Лозановски, “Теиком Тим”, Битола.

**XV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”
- со меѓународно учество –**

18 Октомври 2024, Струга
Република Северна Македонија

ОРГАНИЗАТОР:

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
www.zrgim.org.mk

КООРГАНИЗАТОР:

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
www.ugd.edu.mk



ЗРГИМ

XV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”

ПОДЕКС – ПОВЕКС '24

**Струга
18 ÷ 20. 10. 2024 год.**

ПРЕДГОВОР

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните сировини (ПОДЕКС), за првпат се одржа на 06.12.2007 год. во Пробиштип во организација на Сојузот на Рударските и Геолошките Инженери на Македонија (СРГИМ).

Од 2012 година советувањето е проширено со трудови од површинската експлоатација на минерални сировини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини, традиционално се одржуваше секоја година во месец ноември. По пауза од три години, поради пандемијата од COVID-19, започнува со одржување во октомври. На ова советување земаат учество голем број на стручни лица од: рударската индустрија, универзитетите, научно - истражувачките и проектантските организации, производителите на опрема и др.


На досегашните четиринаесет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2022 и 2023 год.) учествуваа повеќе автори од 12 држави, кои презентираа 398 стручни трудови.

За ова петнаесетто советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '24) пријавени се 31 труда, на автори од 3 држави.

Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. С. Македонија. Меѓутоа, посебно не радува учеството на автори од непосредното рударско производство, кои што презентираат постигнати резултати во рударската пракса.

Се надеваме дека традицијата за собирање на сите специјалисти од областа на подземната и површинската експлоатација на минералните сировини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници



AMGEM

XV EXPERT CONFERENCE THEMED:

“Technology of underground and surface mining of mineral raw materials”

PODEKS - POVEKS '24

Struga
18 ÷ 20. 10. 2024.

FOREWORD

The International expert conference on underground mining of mineral raw materials (PODEKS), organized by the Association of Mining and Geology Engineers of Macedonia (AMGEM), was first held on 06.12.2007 in Probishtip.

Since 2012, in this counseling, surface exploitation of mineral resources is included too, and it is called PODEKS-POVEKS.

This expert conference called: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, traditionally, was been organized annually during November. After a three-year hiatus, due to the COVID-19 pandemic, starts taking place in October. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 12 countries participated in the previous fourteen conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2022 and 2023) presenting 398 expert papers.

Thirty-one authors from 3 countries have registered their expert papers for the XVth conference (PODEKS - POVEKS '24).

The large number of expert papers from the domestic authors has emerged as a result of the research work carried out at the higher education institutions in the Republic of North Macedonia. We are particularly delighted by the participation of the authors involved in the immediate mining production who will be presenting the achieved results in the mining practice.

We hope that the tradition of gathering of all specialists from the field of underground and surface mining of mineral raw materials will continue and that this conference will grow up to an international conference in the future.

The Editors



ЗРГИМ

XV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација
на минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '24

Струга

18 ÷ 20. 10. 2024 год.

СОДРЖИНА

ПОЈАВИ И МОЖНОСТИ ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ ОД ДЕЛЧЕВО-ПЕХЧЕВСКИОТ ГРАБЕН * Ласте Ивановски, Ванчо Ангелов, Бојан Ивановски, Александар Стоилков, Маја Јованова....	1
УЛОГА И ЗНАЧЕЊЕ НА ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНКА ВО РАЗЛИЧНИТЕ ФАЗИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО НА МИНЕРАЛНИТЕ СУРОВИНИ * Милица Николова Паневска, Благица Донева, Орце Спасовски.....	12
ПОТЕНЦИЈАЛНОСТ НА БАСЕНОТ КАЈ С.МОЈНО ЗА ПРОНАОЃАЊЕ И ИСКОРИСТУВАЊЕ НА ЈАГЛЕН * Бојан Ивановски, Александар Стоилков, Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски.....	20
ДЕТАЛНИ ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА КАЈ НАОЃАЛИШТЕТО ПОДЦУЦУЛ * Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски, Бојан Ивановски.....	30
MODELING THE GEOMORPHOLOGY OF ORE BODIES IN THE TREPÇA MINE USING THE TOOL 'GM OREBODY 1.0' * Berat Sinani, Ivan Boev, Arianit Reka, Bahri Sinani, Elida Lecaj, Adelina Haskaj, Blazo Boev.....	40
ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ЗА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА ПОТРЕБНИТЕ КОЛИЧИНИ НА ПОДЗЕМНА ВОДА ЗА ВОДОСНАБДУВАЊЕ НА АГРОГЛОБАЛ ТРЕЈД ДОО СКОПЈЕ, ПОДРУЖНИЦА 1 КОКИ ЛУКС СВЕТИ НИКОЛЕ * Милица Николова Паневска, Благица Донева, Орце Спасовски.....	49
ПОСТАВУВАЊЕ НА ИНТЕРНА ГЕО-ПОЗИЦИОНА МРЕЖА ЗА МОНИТОРИНГ НА ВРАБОТЕНИТЕ ВО РУДНИЦИТЕ * Александар Петровски, Стојанче Мијалковски	60

ТЕХНИЧКО РЕШЕНИЕ ЗА НЕПРЕДВИДЕНИ УСЛОВИ-ПОСТОЕЊЕ НА ПОДЗЕМНИ РУДАРСКИ РАБОТИ ПРИ ИЗГРАДБА НА ЕКСПРЕСЕН ПАТ * Игор Ивановски, Зоран Десподов, Гоше Петров, Ванчо Ангелов.....	68
ПРИМЕНА НА ML ПРИ ПРОЦЕНКА НА ГЕОТЕХНИЧКА СТАБИЛНОСТ НА КОСИНИ НА ПОВРШИНСКИ КОПОВИ * Зоран Панов, Душан Биков, Радмила Каранакова Стефановска.....	79
СТАБИЛНОСТ НА КОСИНИТЕ НА Р. КАЗАНДОЛ * Горан Сарафимов...	89
ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНА СУРОВИНА - ВАРОВНИК НА ЛОКАЛИТЕТ „ИЗВОР“, ОПШТИНА КИЧЕВО * Кирил Демјански, Никола Чапов, Љупче Ефнушев, Сребро Томов.....	100
СЕИЗМИКА ПРИ МИНИРАЊА И ВИБРАЦИИ * Благица Донева.....	109
ПРОТОТИП НА СИСТЕМ ЗА СЛЕДЕЊЕ НА СЕИЗМИЧКИ НАСТАНИ ПРЕДИЗВИКАНИ ОД МИНИРАЊА НА ПОВРШИНСКИ КОПОВИ * Душан Биков, Зоран Панов, Ристо Поповски.....	118
СЕИЗМИЧКИ ЕФЕКТИ ПРИ МИНИРАЊЕ НА ПОВРШИНСКИ КОП “ЗЕБРЊАК“, О. КУМАНОВО * Илија Дамбов, Ристо Дамбов, Емил Јорданов, Драгана Черних, Катерина Дрогрешка	127
ИЗБОР НА НАЧИН ЗА ОТВОРАЊЕ НА ПОДЗЕМЕН РУДНИК * Стојанче Мијалковски, Александар Лазаровски, Николинка Донева.....	137
OVERALL PIT WALL MONITORING AT THE ASAREL MINE * Ivan Andreev, Stoyana Skachkova.....	145
КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ЗА ПРОЕКТИРАНИ И ПОТРОШЕНИ МАТЕРИЈАЛИ ПРИ ИЗГРАДБА НА БАРИКАДИ ОД ПРСКАН БЕТОН * Николинка Донева, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски, Тони Митевски, Цеце Стојчев.....	154
ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД НА РУДАРСКА ИЗВОЗНА ПОСТРОЈКА * Игор Максимов, Зоран Десподов, Горан Сековски	164
DEVELOPMENT OF MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS (MCDM) IN THE MINING INDUSTRY * Ujmir Uka, Risto Dambov, Kemajl Zeqiri.....	174
ИЗБОР НА МЕСТОПОЛОЖБА НА РУДАРСКИ МАГАЦИН СО ПРИМЕНА НА ПРОМЕТНЕЕ МЕТОДАТА * Стојанче Мијалковски, Васко Стефанов, Дејан Мираковски.....	182
КОНВЕРЗИЈА НА ЈАГЛЕН ВО ГАСОВИТИ ГОРИВА СО ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски	189

УНАПРЕДУВАЊЕ НА БЕЗБЕДНОСТА ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА ПРЕКУ ПОДОБРУВАЊЕ НА БЕЗБЕДНОСНАТА КУЛТУРА И ЛИДЕРСТВО ЗА БЕЗБЕДНОСТ * Станке Тасковски, Борче Гоцевски, Стојанче Мијаловски, Марија Хаџи – Николова.....	197
ДЕТЕКЦИЈА НА ЛИЧНА ЗАШТИТНА ОПРЕМА ПРЕКУ АВТОМАТСКИ СИСТЕМИ БАЗИРАНИ НА КОМПЈУТЕРСКА ВИЗИЈА И МАШИНСКО УЧЕЊЕ * Ванчо Аџиски.....	206
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОДЛАГАЊЕ НА ОТКРИВКА СО ОДЛАГАЧОТ A2RSB-5500X60 ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ЈАГЛЕН * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски.....	216
MINING, MINE CLOSURE, POST-MINING AND TRANSITION * Kemajl Zeqiri.....	225
CREATION OF EXCEL ADD-INS FOR ANALYSIS AND VISUALIZATION OF HEAVY METAL DISTRIBUTION IN CONTAMINATED ENVIRONMENTS * Elida Lecaj, Bahri Sinani, Adelina Haskaj, Berat Sinani.....	230
ANALYSIS OF PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF WASTEWATER DISCHARGES INTO THE LEPENC RIVER * Adelina Haskaj, Musaj Paçarizi, Sonia Lepitkova.....	238
REDUCING THE AMOUNT OF LANDFILLED WASTE BASED ON THE COMPOSITION AND AMOUNT OF WASTE IN THE REGION OF MITROVICA, KOSOVO * Bahri Sinani, Blažo Boev, Ivan Boev, Arianit Reka, Berat Sinani, Elida Lecaj, Adelina Haskaj.....	244
DISTRIBUTION OF BISMUTH (BI) IN ORE BODIES OF HORIZONS VIII, IX, X AND XI IN THE TREPÇA MINE * Festim Kutllovci, Berat Sinani.....	255
УНАПРЕДУВАЊЕ НА ЛЕГИСЛАТИВАТА ЗА ПОБРЗО ДОБИВАЊЕ НА ОДОБРЕНИЕ ЗА ГРАДЕЊЕ ЗА ХИДРОТЕХНИЧКИТЕ ОБЈЕКТИ * Лидија Зафировска.....	262
ВЛИЈАНИЕТО НА СЕИЗМИКАТА ОД МИНИРАЊЕТО НА КАМЕНОЛОМ “ЗЕБРЕЊАК“- ГРАНИТ ВРЗ СПОМЕНИКОТ “ЗЕБРЕЊАК“ * Ненад Јованоски, Миле Стефанов, Зоран Ужевски, Боро Томашевски.....	273



ЗРГИМ

XV^{TO} СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
Технологија на подземна и површинска експлоатација на
минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '24

Струга
18 – 20. 10. 2024 год.

ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ЗА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА ПОТРЕБНИТЕ КОЛИЧИНИ НА ПОДЗЕМНА ВОДА ЗА ВОДОСНАБДУВАЊЕ НА АГРОГЛОБАЛ ТРЕЈД ДОО СКОПЈЕ, ПОДРУЖНИЦА 1 КОКИ ЛУКС СВЕТИ НИКОЛЕ

Милица Николова Паневска¹, Благица Донева¹, Орце Спасовски¹
¹Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”,
Штип, Северна Македонија

Апстракт: Во рамките на овој труд ќе бидат прикажани резултатите од најновите хидрогеолошки истражувања за водоснабдување на за водоснабдување на Агроглобал Трејд ДОО Скопје, подружница 1 Коки Лукс Свети Николе. Истражуваното подрачје е изградено од еоценски флишни седименти, миоценски седименти, плиоценски седименти, делувијални седименти и пролувијални седименти. Врз основа на геолошката градба и структурниот тип на порозност во рамките на застапените карпести маси се издвојуваат следните типови на издани: збиен тип на издан со интергрануларна порозност (средна водопрпусност), комплексен тип на издан со интергрануларна порозност, збиен тип на издан со интергрануларна порозност (условно безводни делови на теренот) Врз основа на одредените параметри средината се карактеризира со коефициент на филтрација $EБ-1- K = 1.7 \times 10^{-5} m/s$, $EБ-2- K = 1.8 \times 10^{-5} m/s$ коефициент на водопрпусност (трансмисивност) $EБ-1 - T = 2.55 \times 10^{-4} m^2/s = 23 m^2/ден$. $EБ-2 - T = 2.7 \times 10^{-4} m^2/s = 24 m^2/ден$. и радиус на депресија $EБ-1 - 155 m$ и $EБ-2 - 92 m$ издашност $Q_{exр}$ за $EБ-1- 1.65 l/s$, $Q_{exр}$ за $EБ-2 = 1.55 l/s$.

Клучни зборови: водоснабдување, коефициент на филтрација, коефициент на водопрпусност, радиус на депресија, хидрогеолошки карактеристики, збиен тип на издани.

HYDROGEOLOGICAL RESEARCH FOR PROVIDING THE NECESSARY QUANTITIES OF GROUNDWATER FOR WATER SUPPLY OF AGROGLOBAL TRADE DOO SKOPJE, BRANCH 1 KOKI LUX SVETI NIKOLE

Milica Nikolova Panevska¹, Blagica Doneva¹, Orce Spasovski¹
¹Faculty of Natural and Technical Sciences, University “Goce Delcev”, Stip, North
Macedonia

Abstract: In this paper are presented the results of the latest hydrogeological researches for the water supply of Agroglobal Trade D.O.O. Skopje, branch Koki Lux 1 Sveti Nikole. The research area is composed of Eocene flysch sediments, Miocene sediments, Pliocene sediments, deluvial sediments and proluvial sediments. Based on the geological structure and the structural type of porosity within the represented rock masses, the following types of wells are distinguished: compact type of wells with intergranular porosity (medium water permeability), complex type of wells with intergranular porosity and boundary type of outcrop with intergranular porosity (conditionally waterless parts of the ground). Based on the specified parameters, the medium is characterized by coefficient of filtration $EБ-1- K = 1.7 \times 10^{-5} m/s$, $EБ-2- K = 1.8 \times 10^{-5} m/s$, water permeability coefficient (transmissibility) $EБ-1 - T = 2.55 \times 10^{-4} m^2/s = 23 m^2/day$. $EБ-2 - T = 2.7 \times 10^{-4} m^2/s = 24 m^2/day$. and radius of depression $EБ-1 - 155 m$ and $EБ-2 - 92 m$ discharge $Q_{exр}$ for $EБ-1- 1.65 l/s$, $Q_{exр}$ for $EБ-2 = 1.55 l/s$.

$= 2.55 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} = 23 \text{ m}^2/\text{day}$. ЕБ. – 2 - Т = $2.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} = 24 \text{ m}^2/\text{day}$., radius of depression ЕБ-1 -155 m и ЕБ-2 – 92 m and yield Q_{exp} за ЕБ-1- 1.65 l/s, Q_{exp} за ЕБ-2= 1.55 l/s..

Key words: water supply, filtration coefficient, permeability coefficient, radius of depression, hydrogeological characteristics, boundary type of wells.

1. ВОВЕД

Изведените истражно – експлоатациони бунари се наоѓаат во непосредна близина на с. Горобинци. Имено, истражно – експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-2 се наоѓаат источно од с. Горобинци на оддалеченост од околу 500 метри лоцирани во плиоценските седименти. Истражуваното подрачје во досегашниот период од хидрогеолошки аспект е сосема малку проучувано. Први поконкретни податоци за геолошката градба на ова подрачје се презентирани при изработката на ОГК за листот Велес (Карајовановиќ и др. 4,5). и Ѓузелковски (3) во своите работи презентираат одредени хидрогеолошки податоци за пошироката околина на предметното подрачје. Податоци за хидрогеолошките карактеристики на пошироката околина на предметното подрачје можат да се најдат и во работите на Георгиевски и др. (1,2).

Подетално од хидрогеолошки аспект непосредната околина на овој простор е проучувана од страна на Спасовски и др. (2008). Најнови податоци за хидрогеолошките карактеристики на предметното подрачје можат да се најдат во работите на Спасовски и др. (6,7).

Изведбата на експлоатационите бунари е со цел да се обезбедат доволни количини на подземна вода за водоснабдување на Агрोगлобал Трејд ДОО Скопје, подружница 1 Коки Лукс Свети Николе..

2. ГЕОЛОШКА ГРАДБА

Во геолошката градба на непосредната околина на експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-2 е претставена од еоценски флишни седименти: песочници, глинци и алевролити (2E_3), миоценски седименти ($M_{2,3}$) – конгломерати, песоци, глини и лапорци, плиоценски седименти (P1) – песоци, глини и чакали, делувијални седименти (d) и пролувијални седименти (pr).

Флишни седименти: Песочници, глинци и алевролити (2E_3) - Овие седименти главно се застапени северно од истражуваното подрачје во околината на село Сопот (слика 1).

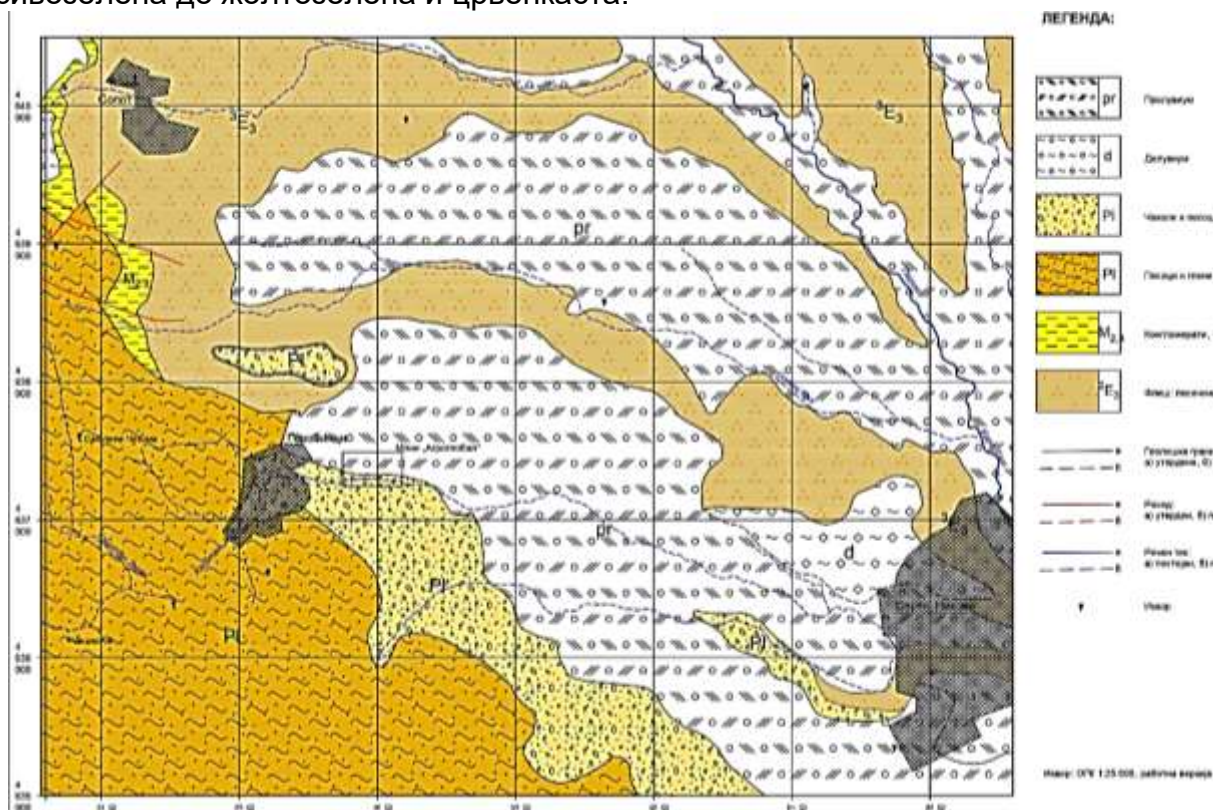
Во состав на флишот учествуваат следните литолошки членови: песочници, конгломерати, глинци, алевролити, лапорци и поретко лапоровити варовници. Овие седименти се карактеризираат со исклучиво сива до зеленикава боја (глинци); со остри долни граници; присуство на текстурни елементи и тоа трагови на течење, влечење, усечување, навлегување и втиснување, како и ерозиони канали. Застапена е градациона слоевитост, ламинација, конволуција и поретко коса слоевитост. Траговите на бранување и присуство на биоглифи се јавуваат на горните површини. Текстурните знаци се главно слабо сочувани.

Со теренската обсервација и лабораториските испитувања се забележува дека во југоисточните делови од листот, флишот има уедначен состав со одредена ритмичност, додека во северните делови се развиени повеќе фации: флиш, жолти песочници и лапоровити варовници. Значи, тука условите на седиментацијата биле променливи со неуедначен прилив на врстите и количеството на материјалот, како и осцилирање на длабочината на басенот.

Миоцен - Миоценот е претставен западно у јужно од село Сопот, односно во крајниот северозападен дел на картата (слика 1).

Налегнуваат трансгресивно и конкордантно преку еоценските седименти. Претставени се со следните седименти: сиви, зелени и црвенкасти глини или таканаречени “шарени глини”, потоа сивозелени лапорци, сиви песоци, слабо врзани песочници во вид на пакети со чести прослојќи на многу слабо врзани чакали. Овие седименти во целина се неврзани, или слабо врзани.

Во најдолните делови седиментите се од најфини материјали: глини, алевролитски глини и алавролитски глинести песоци. Имаат различна боја од сивозелена до жолтозелена и црвенкаста.



Слика 1. Геолошка карта на истражуваното подрачје

Средниот дел од серијата го сочинуваат ситнозрнести песоци, песокливи глини и слабо врзани песочници. Имаат сива до темносива боја. Дебелината на слоевите е од неколку сантиметри до 5 метри. Дентритичната компонента е изградена од кварц, кварцит, парчиња од шкрилци, рожњаци и серпентинит. Цементната компонента е глиновито-карбонатна.

Горниот дел на серијата го изградуваат погубри теригени седименти. Застапени се средно до крупнозрнести песоци, потоа слабо врзани песочници, ретко глини, чакали и слабо врзани конгломерати. Ова укажува на завршната фаза на седиментацијата. Вкупната дебелина на миоценските седименти изнесува 300 метри.

Плиоцен - Плиоценските седименти го изградуваат западниот и јужниот дел од истражуваното подрачје, а претставени се со кластични - неврзани седименти.. Плиоценот лежи трансгресивно и дискордантно преку постарите карпи.

Во овие седименти литолошки суперпозиционо се издвојуваат три хоризонта: долен хоризонт изграден од песоци и глини, потоа среден претставен со

бигорливи варовници и не е развиен на овој дел од теренот и горен хоризонт кој го изградуваат песоци и чакали.

Квартерни седименти - Квартерните наслаги се претставени со делувијални и пролувијални седименти.

Делувијалните седименти (d)- Делувијалните седименти се нерамномерно распоредени на теренот на благите падини на некои ридишта. Претставени се со необработени парчиња и поголеми блокови од почвата со песоливо – глиновита маса помеѓу истите.

Пролувијални седименти (pr) - Пролувијалните седименти се распространети во непосредната околина на Свети Николе. Дебелината на овој материјал е разновидна, но на одделни профили досега и до над 30 метри. Во состав на овој материјал влегуваат полуобработени парчиња од околните ридови, помешани со песок и многу голем процент на глиновита супстанца..

3. ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Врз основа на геолошката градба и структурниот тип на порозност во рамките на застапените карпести маси се издвојуваат следните типови на издани:

- Збиен тип на издан со интергрануларна порозност (средна водопропусност);
- Комплексен тип на издан со интергрануларна порозност
- Збиен тип на издан со интергрануларна порозност (условно безводни делови на теренот)

На самата локација на предметниот простор се застапени литолошки формации кои имаат интергрануларна порозност, во кои е развиен збиен тип на издан во рамките на пролувијалните и делувијалните седименти кои претежно се со средна водопропусност и водоносност.

Значајно присуство на пошироката околина на истражниот простор имаат и плиоценските седеиенти.. Овие седименти на места се покриени со квартални неврзани пролувијални материјали (pr) и делувијални наслаги (d).

Издан со интергрануларен тип на порозност - Овој тип на издан во рамките на пошироката околина на истражниот терен има големо распространување во план меѓутоа со кратко распространување во профил. Развиен е главно во (Q) кварталните (делувијални и пролувијални) седименти, кои се настанати во постезерската фаза на седиментација како продукт на работа на егзогените фактори.

Изграден е од среднозрни до крупнозрни песоци и миловити до заглинети песоци. Дебелината на овие седименти е доста променлива меѓутоа истата не е со голема моќност.

Филтрационите својства на овој тип на издан се доста добри и спрема нив истиот се издвојува како доброводоносна средина меѓутоа со мала дебелина.

Подземните води од овој тип на издан главно се со слободно ниво кои претежно ја следат конфигурацијата на теренот. Различните нивоа на подземните води се резултат на различната местоположба и конфигурација на теренот.

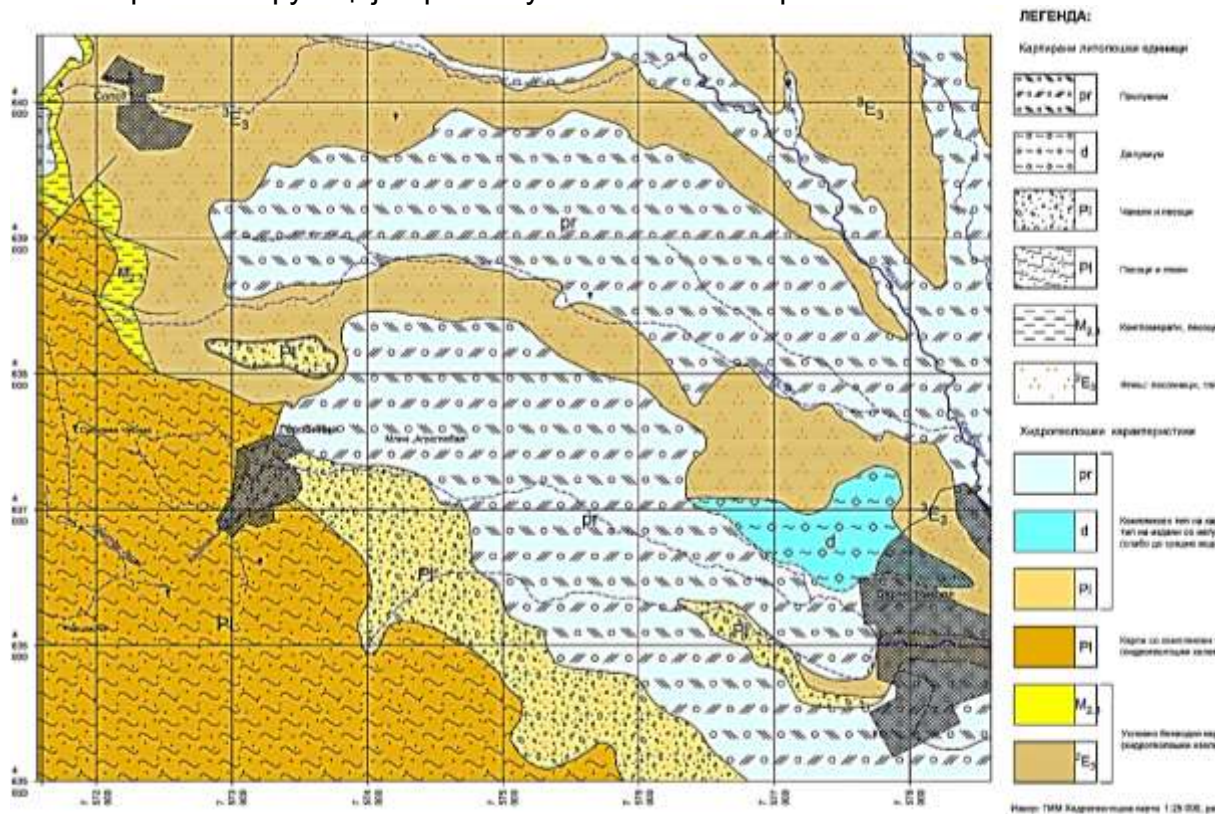
Прихранувањето на подземните води на овој издан е на сметка на дотокот на подземните води од периферијата на теренот т.е. од другите средини кои се на хипсометриско повисоко ниво и од атмосферските врнежи.

Дренање на подземните води од овој издан е со помош на копани и дупчени бунари и примитивни дупнатини.

За овој тип на издан може да се каже дека е добро водопропустлив колектор со мала дебелина и како таков не е интересен од хидрогеолошки аспект за водоснабдување на поголеми потрошувачи.

Спрема степенот на водопрпусност припаѓаат во класа на средна водопрпусност и водоносност, класа 12 водопрпусни неврзани и слабо врзани кластични седименти, со издашност на бунари $Q_b = 2.0 - 10 \text{ l/s}$.

Спрема ХГ функција преставуваат ХГ колектори.



Слика 2. Хидрогеолошка карта на истражуваното подрачје

Комплексен тип на издан - Овој тип на издан во рамките на истражниот простор и воопшто во Овчеполската котлина има значајно распространување посебно од аспект на водоснабдување. Развиен е во рамките на средно и горно плиоценските седименти (песоци и чакали) со значајна моќност односно дебелина. Постоењето на овој тип на издани потврдено е со помош на изведените истражни и експлоатациони дупнатини.

Водоносните колектори во рамките на комплексниот тип на издани се јавуваат на повеќе нивоа. Карактеристично за овој тип издан е изразеното раслојување, а додека водоносните средини се јавуваат во вид на слоеви, прослојќи и леќи. Кривината и подината на водоносните средини од овој тип на издани се покриени со плиоценски глини.

Подземните води во комплексниот тип на издан се одликуваат со фреатско односно со слободно ниво.

Плиоценските неврзани седименти, во интервалите на песоци и чакали се одликуваат со интергрануларна порозност, со средна водопрпусност и водоносност (класа 22), со водопроводност на средината $T=15-50 \text{ m}^2/\text{ден}$. и издашност на поедини објекти - бунари $Q=0,5-2,0 \text{ l/s}$, ретко повеќе, каде што претставува ХГ колектор, додека во интервалите на глини, прашини, песочници

и глинци се условно безводни и водонепропусни и претставуваат ХГ изолатор (класа 60).

Прихранувањето на подземните води на овој тип издан е на сметка на атмосферските врнежи, а истото се одвива на два начина и тоа директно прихранување по отворените делови на теренот и прихранување по зоните на контактот. Потоа прихранување на подземните води има преку доток на подземни води од пукнатинскиот тип на издан кои се наоѓаат на хипсометриски повисоко ниво и дотоци на подземни води од подлабоките водоносни средини. Дренажањето на подземните води од овој издан е преку истекување на подземни води по отворените делови од теренот, истекување со помош на извори и дупнатини.

Режимот на подземните води на овој издан е во зависност од големината на атмосферските врнежи, дотокот на подземните води од средините со пукнатинска порозност и од дотоци на подземни води од подлабоките водоносни средини.

Условно безводни делови на теренот - Овој тип на издан во рамките на истражниот простор исто така има значајно распространување и формиран е претежно во флишните и глиновитите формации. Низ овој тип на издан обично не се дренажаат никакви или во сосема мали количини на вода. Од аспект на водоснабдување практично не е интересен, а неговото распространување во пошироката околина прикажано е на хидрогеолошката карта.

Во хидрогеолошки поглед, тоа се седименти кои се цврсто врзани и формираат пукнатинска порозност, затоа се претставени како карпи со пукнатински тип на издан.

Спрема степенот на водопрпусност припаѓаат во класа на слаба водопрпусност и водоносност, класа 41 - водопрпусни останати цврсти карпи, со издашност на извори од $Q_i = 0.01 - 0.5 \text{ l/s}$ и издашност на бунари $Q_b = 0.5 - 2.0 \text{ l/s}$. Срема ХГ функција претставуваат ХГ колектор до изолатор.

Хранењето на овој издан се врши главно на основа на инфилтрација на атмосферските талози кои се инфилтрираат низ системи на меѓусебно поврзани тектонски предиспонирани пукнатини.

4. ХИДРОГЕОЛОШКИ ПАРАМЕТРИ

Хидрогеолошките карактеристики на застапениот тип на издани и неговата хидрогеолошка функција како и претпоставениот правец и брзина на движење на подземни води, претставуваат основа за дефинирање на динамиката на подземните води за определен простор.

Хидрогеолошките карактеристики на застапениот тип на издани и неговата хидрогеолошка функција како и претпоставениот правец и брзина на движење на подземни води, претставуваат основа за дефинирање на динамиката на подземните води за определен простор.

Имено, истражуваниот терен претставува средина во чии рамки е развиен збиен и комплексен тип на издани со слободно ниво на подземна вода и за кој важат законите за нестационарно движење на подземните води.

Со цел дефинирање на прогнозниот експлоатационен капацитет и определување на хидродинамичките и хидрогеолошките параметри на средината, т.е. истражуваниот простор изведени се два експлоатациони бунари ЕБ-1 и ЕБ-2 и извршен е опит на пробно црпење, односно тестирање на експлоатационите бунари.

Пред отпочнувањето на процесот на тестирање на експлоатационите бунари беше извршено пробно црпење на бунарите со цел утврдување на капацитетите на издашност (Q_1 и Q_2) кои би биле референтни точки во процесот на тестирањето на експлоатационите бунари.

Опитите на тестирање на експлоатационите бунари ЕБ-1и ЕБ-2 е изведен со *т.н. степ тест* со две хидродинамички (референтни) нивоа на снижување на подземна вода со времетраење од 12 часа по едно хидродинамичко ниво односно капацитет, или вкупно 24 часа за целиот опит на тестирање за еден бунар, а со континуирано следење на функционалната зависност [Издашност - Q , Снижување - S , време - t или $Q=f(t)$, $S=f(t)$, $Q=f(S)$].

Тестирањето на експлоатационите бунари ЕБ-1и ЕБ-2 се изведуваше со длабинска потопна пумпа *Calpeda* од италијанско производство.

На основа претходно опишаните параметри и резултатите од тестирање на експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-2, констатирано е дека $Q_{exp} = 3,2$ l/s.

Резултатите од тестирањето на експлоатационите бунари се дадени во табела 1. Анализирајќи ги резултатите добиени од тестирањата и изведените графоаналитички пресметки и конструираниите графикони-дијаграми на зависноста на издашноста во функција од снижувањето $Q = f(s)$, кој имаат криволиниски облик (слика бр. 3, 5), може да констатираме дека се работи за збиен тип на издани со слободно ниво на подземна вода. Како потврден доказ за оваа констатација ни укажуваат и дијаграмите на специфичната издашност во зависност од снижувањето $q = f(s)$ кои исто така имаат криволиниски облик (слика бр. 4, 6), т.е. со поголем капацитет на црпење се добива помала вредност на специфичната издашност.

Табела 1. Резултати од тестирање на експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-2

Бунар	НПВ статичко (m)	Пробно црпење				
		Q (l/s)	НПВ _{дин} (m)	S (m)	q _{сп.} (l/s/m)	t (h)
ЕБ - 1	9.50	1.0	14.48	4.98	0.201	12
		1.25	17.00	7.50	0.167	12
		1.55	22.00	12.50	0.124	12
ЕБ - 2	7.50	1.0	12.35	4.85	0.206	12
		1.1	13.27	5.77	0.191	12
		1.25	14.72	7.22	0.173	12

Подетален приказ за динамичките нивоа на експлоатационите бунари, даден е во табелата 2.

Табела 2. Максимално дозволено снижување во експлоатационите бунари

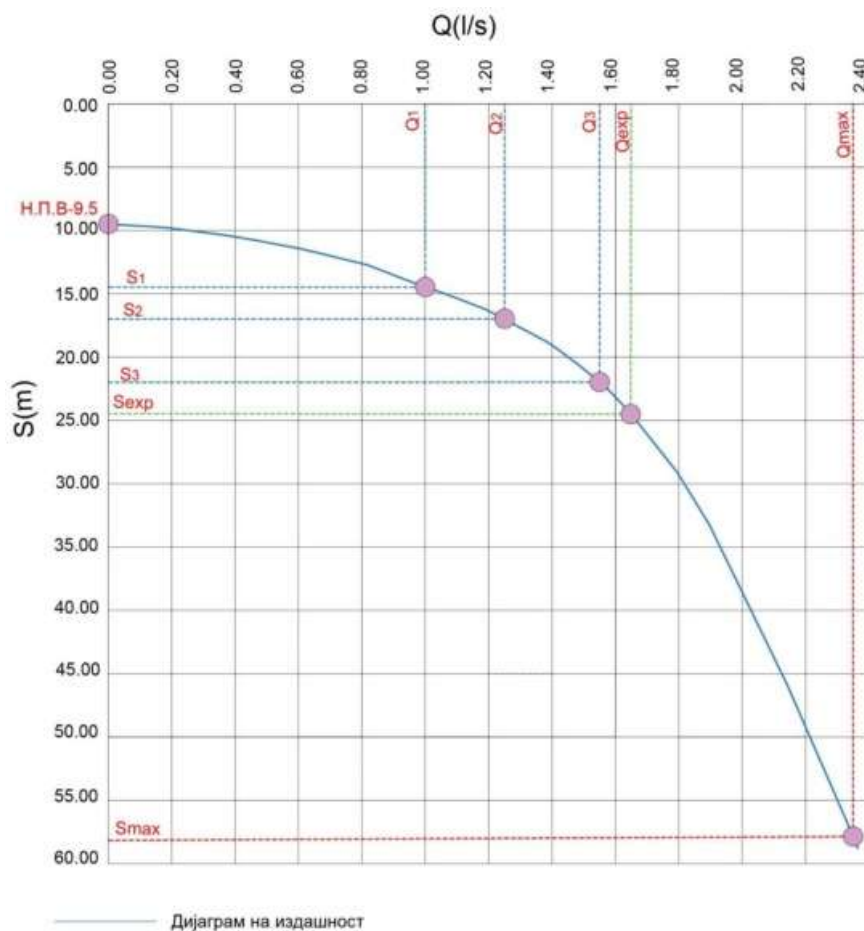
Бунар	Длабина на бунарот (m)	НПВ (m)	H (m)	2/3 H+НПВ (m)
ЕБ-1	82.00	9.50	72.50	57.83
ЕБ-2	64.00	7.50	56.50	45.17

Имајќи ги во предвид хидрогеолошките карактеристики на теренот, длабината и конструкцијата на бунарите, како и параметрите добиени од тестирањето на бунарите може да го заклучиме следното: Бидејќи се работи за збиен тип на издани со слободно ниво и дозволеното максимално оборување на нивото на подземна вода за ваков тип на издани изнесува $S_{max}=2/3 H+НПВ$, каде H е

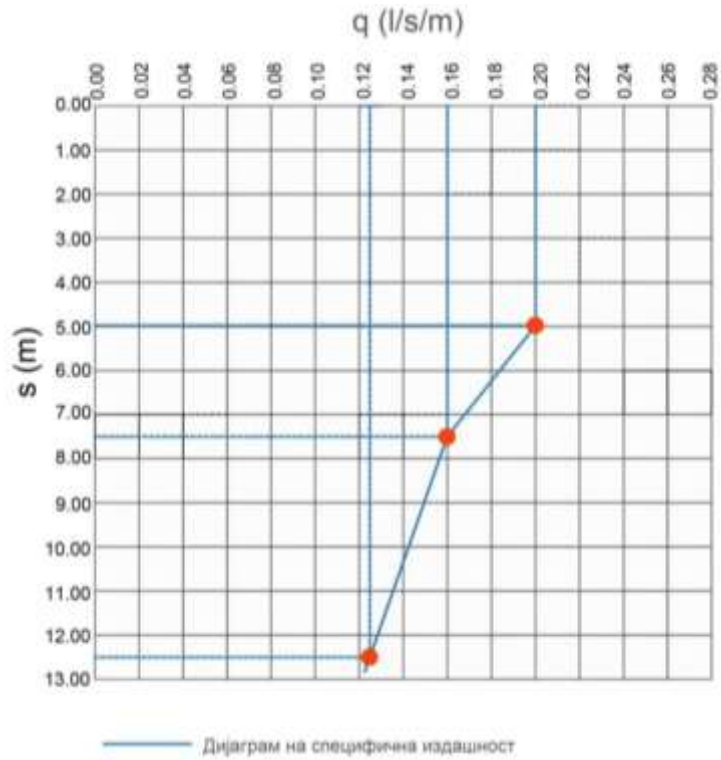
висина на водениот столб во бунарите и во овој случај за бунарот ЕБ-1 изнесува $H=72.50$ m, за бунарот ЕБ-2 изнесува $H=56.50$ m, за нивна непречена експлоатација во смисла на спречување на несакани последици како суфозија-пескарење и крајно дури и оштетување на бунарската конструкција, како и нивно непречено работење и во услови на сушен период-хидролошки минимум пренесено на дијаграмот $Qf(s)$ произлегува дека за ЕБ-1 $S_{max}=57.83$ m со експлоатационо ниво $S_{exp}=24.16$ m, за ЕБ-2 $S_{max}=45.17$ m со експлоатационо ниво $S_{exp}=18.83$ m.

Табела 3. Хидрогеолошки параметри за експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-2

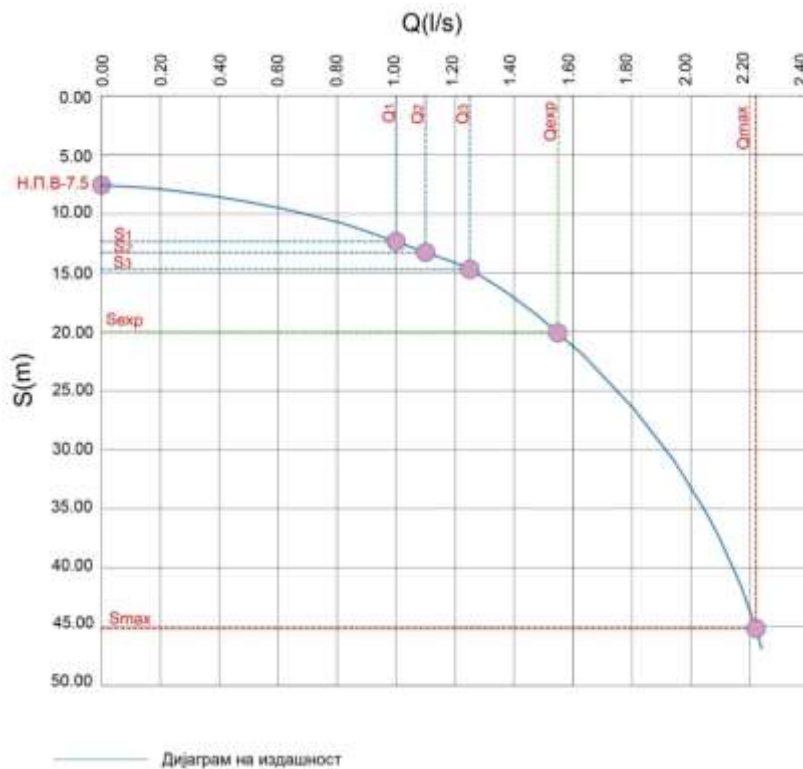
Хидрогеолошки параметри за експлоатациони бунари	ЕБ-1	ЕБ-2
Длабина на бунарот	82.00 m	64.00 m
Ниво на подземни води НПВ	9.50 m	7.50 m
Висина на воден столб Н	72.50 m	56.50 m
Максимален (Q_{max}) капацитет (максимална издашност)	2.35 l/s	2.21 l/s
Експлоатационен (Q_{exp}) капацитет (експлоатациона издашност)	1.65 l/s	1.55 l/s
Максимално (S_{max}) дозволено снижување	57.83 m	45.17 m
Експлоатационо (S_{exp}) снижување	24.16 m	18.83 m



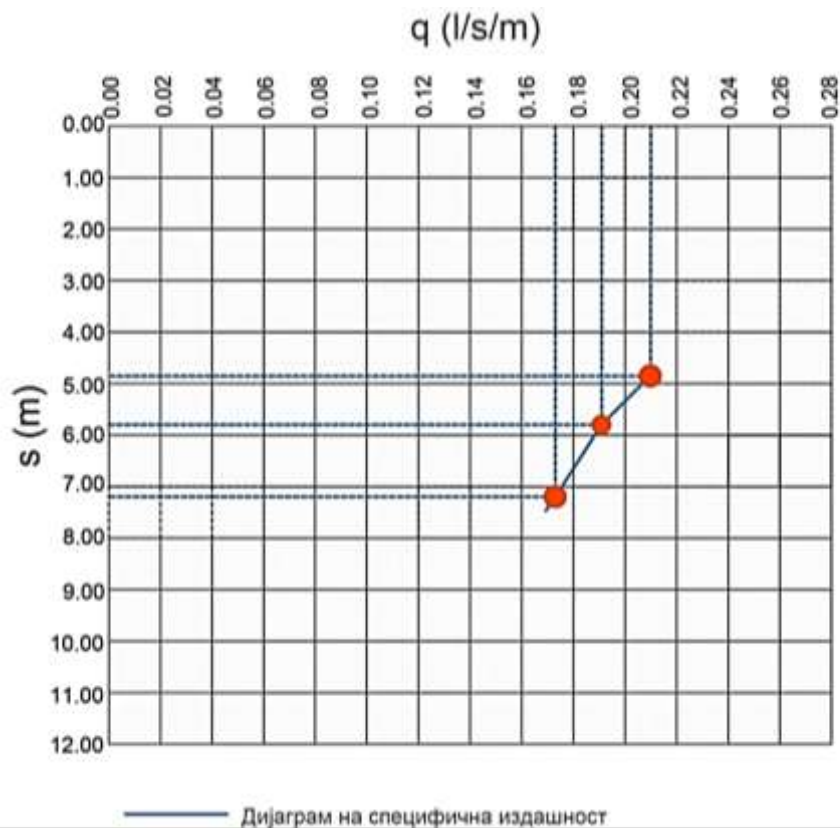
Слика 3. Дијаграм на зависноста на издашноста во зависност од снижувањето за експлоатационен бунар ЕБ-1



Слика 4. Дијаграм на специфичната издашност за експлоатационен бунар ЕБ-1



Слика 5. Дијаграм на зависноста на издашноста во зависност од снижувањето за експлоатационен бунар ЕБ-2



Слика 6. Дијаграм на специфичната издашност за експлоатационен бунар ЕБ-2

5. ЗАКЛУЧОК

Од хидрогеолошки аспект, врз основа на геолошката градба на теренот и резултатите добиени со тестирањето на експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-2 во истражуваниот дел по длабочина, застапени се пролувијални наслаги и плиоценски седименти со инетргрануларна порозност во кои се формирани збиен и комплексен тип на издани со слободно ниво и слаба водопропустност. Врз основа на добиените резултати од тестирањата на бунарите, извршени се графоаналитички пресметки на истите со што се одредени хидрогеолошките параметри на застапените издани, како и експлоатационите капацитети кои изнесуваат $Q_{\text{exp}} = 1,65$ l/s за ЕБ-1 и $Q_{\text{exp}} = 1,55$ l/s за ЕБ-2 при што се одредени и динамичките нивоа S_1 , S_2 при Q_1 , Q_2 ; како и максималното снижување на нивото на подземна вода во бунарите со максимални и експлоатациони капацитети на бунарите.

Во текот на експлоатацијата потребно е да се врши повремена контрола на основните хидродинамички параметри на бунарите ЕБ-1 и ЕБ-2 како: капацитет, снижувањето на нивото во експлоатациониот бунар, кое треба да биде во рамките на оптималното, потоа сезонско контролирање на квалитетот на подземните води, како и бистрината на истата.

На крајот, препорачуваме согласно добиените параметри за максимална и експлоатациона издашност на:

- бунарот ЕБ-1 да се експлоатира со $Q_{\text{exp}} = 1,65$ l/s со длабинска пумпа тип: Lowara, Grundfos, Odessa, Dabb, Caprari, Calpeda и др.
- бунарот ЕБ-2 да се експлоатира, со $Q_{\text{exp}} = 1,55$ l/s со длабинска пумпа тип: Lowara, Grundfos, Odessa, Dabb, Caprari, Calpeda и др.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Георгиевски, С., и др., 2015: Извештај за изведба на два експлоатациони бунари ЕБ-1 и ЕБ-2 за водоснабдување на село Крушица – Општина Свети Николе.
- [2] Георгиевски, С., и др., 2015: Извештај за изведба на три експлоатациони бунари ЕБ-1, ЕБ-2 и ЕБ-3 за водоснабдување на село Орел – Општина Свети Николе.
- [3] Ѓузелковски, Д., Котевски, Ѓ., 1977: Хидрогеолошка карта на Р. Македонија, М 1:200 000.
- [4] Карајовановиќ, М., Хаџи-Митрова, С., Арангеловиќ, Р., 1975: Основна Геолошка Карта 1:100.000, лист Велес, Геолошки Завод Скопје, 1966-1975 година.
- [5] Карајовановиќ, М., Хаџи-Митрова, С., 1982: Толкувач ОГК 1:100 000 за лист Велес, Сојузен Геолошки Завод Белград.
- [6] Спасовски, О., и др. 2008: Проект за детални хидрогеолошки истражувања на локалитетот Дивјак за водоснабдување на градот Свети Николе. ГЕОИНЖЕНЕРИНГ – М ДООЕЛ Скопје. Сгручен фонд на Општина Свети Николе.
- [7] Спасовски, О., и др. 2023. Хидрогеолошки елаборат со пресметка на резервите на подземна вода од експлоатационите бунари ЕБ-1 и ЕБ-2 за водоснабдување на Агрोगлобал Трејд ДОО Скопје, подружница 1 Коки Лукс Свети Николе.