DOI: 10.48368/bgs-2025.1.n8

Приложение на проучвателните сондажни геофизични изследвания при определянето на хидрогеоложките особености на пукнатинно-жилния комплекс към рудник „Асарел"

Антоний Кисьов[1]

[1] Асарел-Медет АД, България, звено „Устойчивост на откосите“, antonykisyov@gmail.com

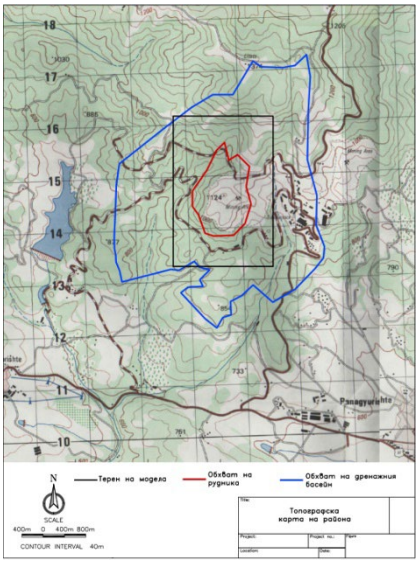
Ключови думи: приложна геофизика, хидрогеология, рудник, медно-добивен комплекс Асарел

Резюме

В процеса на изследване на разломни и пукнатини структури, които играят основна ролята на водоупори/водоноси при определяне на хидрогеоложките особености в условията на р-к Асарел, са използвани редица геофизични методи. Проучвателните сондажно-геофизични изследвания имат за цел картиране на различните геоложки и хидрогеоложки структури пресечени от сондажните изработки. Основна задача е определяне зони на водоприток с цел проектиране конструкцията за обсаждане на сондажни кладенци и отделяне на интервалите, в които да бъде поставена филтърната част. За постигане на тези цели е приложен комплекс от каротажни геофизични методи, който включва електрокаротаж, ектропроводимост и термометрия на сондажния флуид, гамакаротаж, кавернометрия и флоуметрия (разходометрия).

Въведение

Обекта на настоящето изследване е р-к Асарел, разположен изцяло върху южните склонове на Същинска Средна гора (Фиг. 1). Характерът на релефа е средно до нископланински и хълмист със средна надморска височина 683 m. Надморската височина в границите на територията на изследването варира между 750 m и 1035 m. Преди началото на експлоатация, района на рудника е бил връх на хълмиста верига разположена напречно на планинската верига Средна Гора, простираща се изток – запад.



Фигура 1. Топографска карта на района на изследвания обект.

Хидрогеоложката картина на „Асарел“ е доста типична за планински напукани скални райони. Основно тя се определя с ниско количество на подземни води, преминаващи през пукнатините на скалите.

В изследвания район повърхностните води са ограничени до няколко бързотечащи малки потоци. Тези потоци са непостоянни (пресъхващи) в по-високите части и постоянни (непресъхващи) в по-ниските части на дренажния басейн. Те основно са свързани с плитките подземни води в района и имат слабо влияние върху хидроложката система на рудника.

Рудникът е разположен в твърдо-скална среда с подземни води придвижващи се през пукнатините на три главни вида скали, пропилити, аргилизити и кварцити. Всеки един вид от тези скали представлява различна степен на хидрогеоложка промяна на порфирните скали, които са описани по-долу. Пропилитите са метаморфозни вулканични скали, свързани с порфирно медните депозити. Обикновено са свързани с развитието и наличието на хлорит, албит, епидот и карбонат. Това е и скалния тип който доминира в района на р-к Асарел.

Аргилизита е метасоматичен променен гранатоид с преобладаващ минерален строеж от рода на глинести минерали. Тези скали са средно до във висока степен променени и обикновено са компактни. В случай на наличие на вода в тях обаче, те губят в голяма степен здравината си.

Кварцитите са кварц-серицити променени гранатоиди, които са средно променени и формират сравнително здрава скална единица

В изследвания участък се наблюдават многочислени разломи и фрактури. Най-големите разломи се намират на север и юг в района на рудника. Тези разломи разделят рудосъдържащите скали от

заобикалящите ги. Наблюденията на място показват, че във всички пукнатини се съдържат прослойки от нископроводима глина, която действа като бариера за подземните води.

Методика и инструменти

Целта на проучванията е да се добие по-добро разбиране за хидроложките системи и техните свойства в района на рудника.

Приложени методи – дебитомер, оборудван с датчик за естественото гама поле, проводимост и температура на сондажния флуид. При измерванията с дебитомер, където е възможно са направени и динамични измервания, чрез водочерпене. Електрокаротаж и кавернометрия.

- ***Дебитомер***

Зондът (Фиг. 2: ляво) е снабден с лека хелична перка, монтирана на двойни сапфирени лагери, което й дава максимална чувствителност. Засичането на въртеливите движения става посредством магнитен сензор. Инструментът прави разлика в посоката на вертикалните движения, давайки информация за вертикалната скорост на флуида в сондажа. Записват се също температурата и електрическата проводимост на флуида, което дава информация за минерализацията му. Инструментът е снабден и с датчик за измерване на естественото гама поле. Използва се за локализиране на водоносни структури, локализиране на зони с различни водни характеристики, наблюдаване на сондажи, температурен градиент и др.

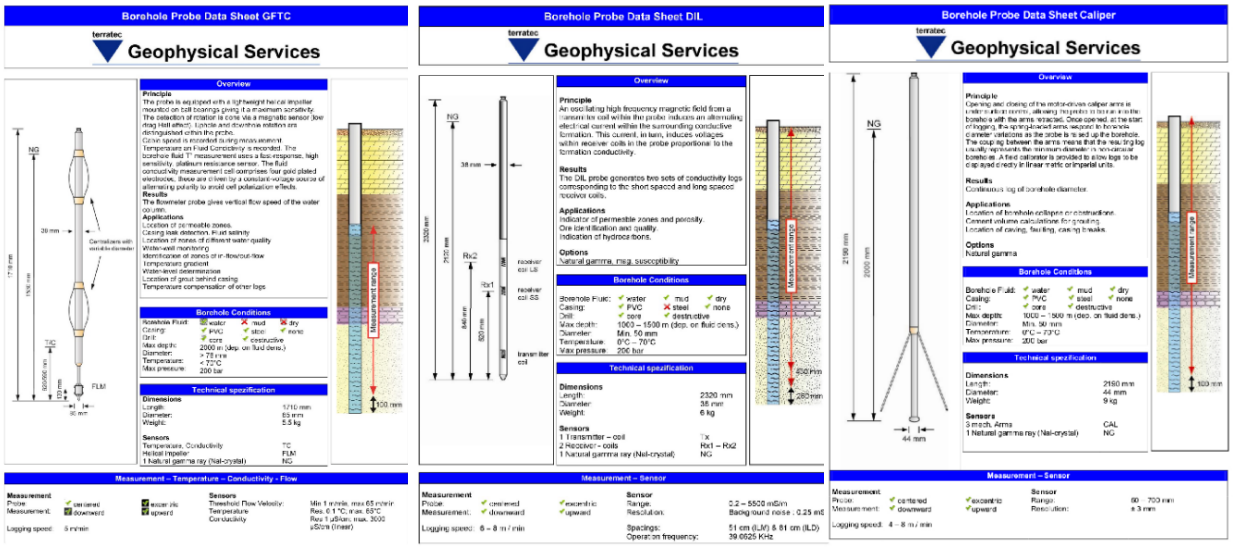
- ***Електрокаротаж***

Електрокаротажът характеризира скалите въз основа на тяхното електрично съпротивление. Съпротивлението е характеристика на материалите, отразяваща колко лесно пропускат електричен ток. Зондът (Фиг. 2: в средата) разполага с електроди и измервателни схеми в изолиран корпус. Нискочестотен двупосочен електрически сигнал пуснат от зонда, минава през скалния масив. Измерванията се превръщат в привидно съпротивление и се записват.

- ***Кавернометрия***

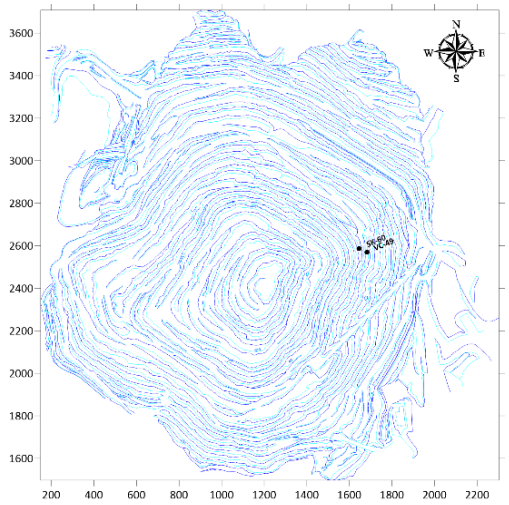
За измерване на реалния диаметър на сондажите се използват калипери (каверномери) (Фиг. 2: дясно). Регистрираната диаграма на изменението на диаметъра на сондажа в зависимост от дълбочината на сондажа се нарича кавернограма. Изхожда се от предпоставката, че сечението на сондажа е кръг и кавернограмата отразява изменението на диаметъра на този кръг. Данните за реалния диаметър на сондажите са необходими при решаването на редица важни задачи като:

- контрол на състоянието на сондажа в процеса на сондиране;
- отчитане влиянието на сондажа като физическа нееднородност при количествената интерпретация на данните от геофизичните изследвания в сондажите и непосредствено използване на кавернограмата за уточняване характеристиката на геоложкия разрез;
- изчисляване обема на задтръбното пространство при определяне количеството на цимента, необходим за циментиране на обсадните колони.



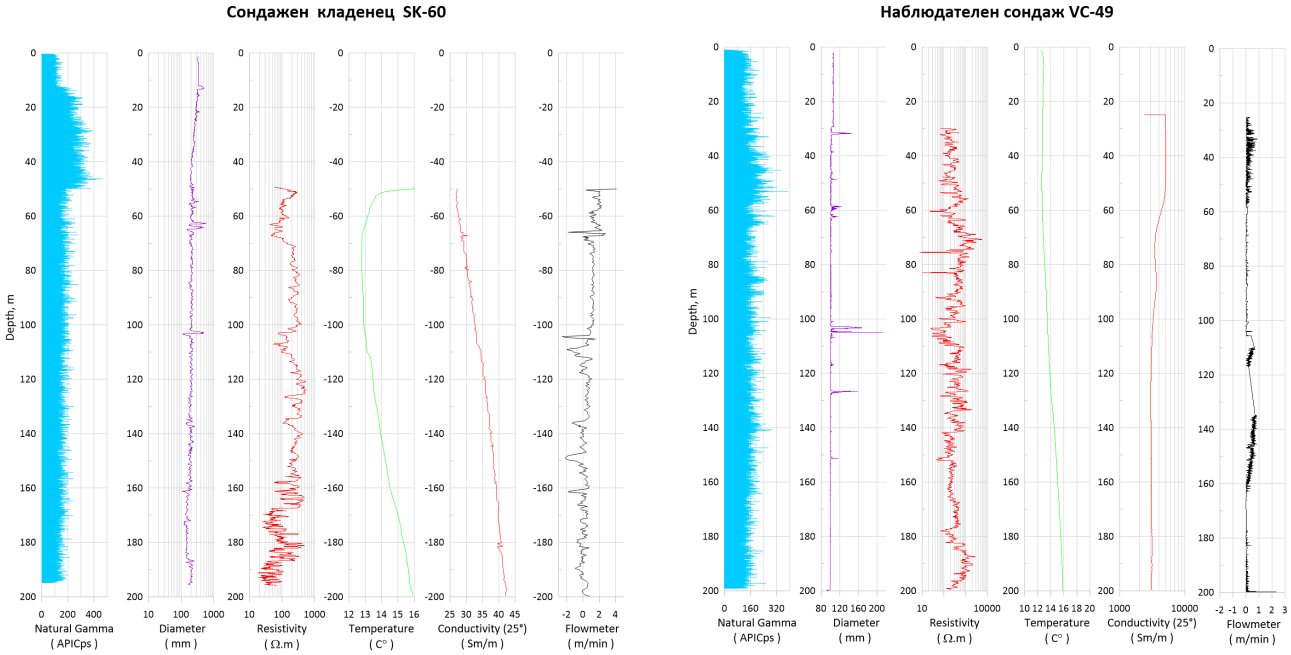
Фигура 2. Характеристики на използваните инструменти

Резултати



Фигура 3. Ситуационен план на р-к Асарел (към 2024 г.) с местоположение на сондажен кладенец SK-60 и наблюдателен сондаж VC-49

За периода 2023 – 2025 са направени 18 бр. сондажни кладенеца и 18 бр. наблюдателни и пиезометрични сондажа. В настоящето проучване са показани резултатите, само от една сондажна двойка (сондажен кладенец SK-60 и наблюдателен сондаж VC-49), илюстрираща информацията, която се получава за всички сондажи прокарвани в р-к Асарел (Фиг. 3).
Разстоянието между двете съоръжения е 40 m.
Сондажната двойка показва добра геоложка корелация, между двата сондажа (Фиг. 4).
Измерените стойности на Естествената радиоактивност в двата сондажа, е в идентични порядъци около 100 Cps. Отделя се зона с повишени стойности, достигащи до 200 Cps, в идентични интервали при двата сондажа. При SK-60 е в интервала 15 – 70 метър, а при VC-49 от 15 до 50 метър.
Електричното съпротивление и в двата сондажа има сходен характер с фонови стойности около 200 Wm. И в двата сондажа се регистрират зони с повишени стойности на електричното съпротивление, съответно в интервалите 70, 100, 120 – 130, и 175 - 200 m. Те се характеризират със стойности, достигащи до 2000 – 3000 Wm, които най-вероятно отделят зони (дайки) от здрави магмени скали.
Получените резултати от измерената температура имат пълно сходство, показващи изменение от 13 до 16 градуса, като температурата плавно нараства в дълбочина.
Интерес представлява корелацията между зоните на водния поток получени при статичен и динамичен режим на флоуметъра измерени в SK-60 и VC-49, попадащи в едни и същи интервали между 60 и 100 m. На дълбочина от 50 до 80 m има интересно съвпадение в изменението на електропроводимостта при VC-49, съвпадащо със зона на водоприток при SK-60 засечена в интервала 50 – 60 m.
На получените от кавернометрията диаграми аномалните зони в двата сондажа също се корелират добре. При SK-60 те са 55 – 65 и 103 m, а при VC-49 – 60, 105 и 125 m. Те съвпадат и със зоните на водоприток и водозагуба в двата сондажа.

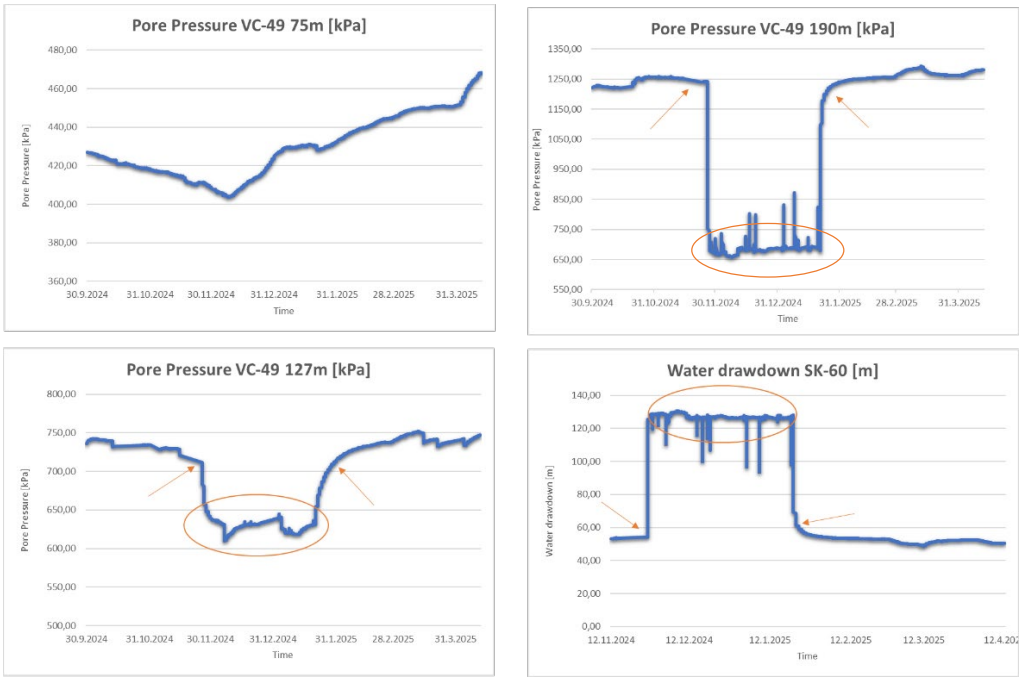


Фигура 4. Диаграми от изследваните сондажи

На база проведените геофизични изследвания и получените резултати са направени следните конструктивни изменения в строежа на сондажния кладенец като плътната обсадна колона, в която е разположена водочерпателната помпа е избрано да бъде монтирана в интервала между 184 до 192 m. В наблюдателния сондаж VC-49 са поставени датчиците за порово налягане, съответно на дълбочини 75 m, 127 m и 190 m от кота терен.

В периода 25.10.2024 г. – 25.01.2025 г. сондажният кладенец е в режим на експлоатация с работен дебит от 1,35 l/s (116,64 m^3/d). На графиките представени на Фиг. 5 е илюстрирана мигновената реакция на водните нива в масива. Понижението, което се създава е 81,95 m, съответно статичното водно ново е 48,46 m, а динамичното водно ниво – 130,41 m.
Отчетените данни за поровото налягане са следните:

- При първия датчик на 75 m максималното налягане е 468,37 kPa, в момента на стартиране на работната помпата, поровото налягане спада до 403,8 kPa. Разлика от 64,57 kPa или 6,6 метра воден стълб.
- При втория датчик на 127 m максималното налягане е 752 kPa, в момента на стартиране на работната помпата, поровото налягане спада до 609,66 kPa. Разлика от 142,34 kPa или 14,5 метра воден стълб.
- При третия датчик на 190 m максималното налягане е 1293,76 kPa, в момента на стартиране на работната помпата, поровото налягане спада до 656,9 kPa. Разлика от 636.86 kPa или 65,0 метра воден стълб.



Фигура 5. Графики на резултатите от експлоатационния режим на сондажен кладенец SK-60 и наблюдателен сондаж VC-49

Благодарности
Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Програма 2023г – 2024 г: „Сондажи за отводняване и осушаване бордовете на рудник „Асарел", включващи изграждане и оборудване на вертикални помпени кладенци, хоризонтални отводнителни сондажни, вертикални наблюдателни сондажи с датчици за следене на водно ниво и наклонени сондажи с датчици за порово налягане".

Литература
Bogdana M (2024) Сондажно геофизични измервания по работен проект за изпълнение на задачата по Програма 2023 г. Terratec Geophysical Services, Report.
SRK (2002) Assarel Medet Copper Mine Feasibility Study Milestone #1 Report Geology, Mining, and Process Report. Revision, August 2002.