

**УНИВЕРЗИТЕТ "ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ"- ШТИП**  
**ФАКУЛТЕТ ЗА РУДАРСТВО, ГЕОЛОГИЈА И ПОЛИТЕХНИКА**  
**ШТИП**

# **ПРОЕКТ**

**ЗА ОСКУЛТАЦИЈА НА НОВОТО ХИДРОЈАЛОВИШТЕ НА РУДНИКОТ „САСА“ –**  
**М. КАМЕНИЦА**

**ШТИП, Јануари 2008 година**

# ПРОЕКТ

ЗА ОСКУЛТАЦИЈА НА НОВОТОХИДРОЈАЛОВИШТЕ НА РУДНИКОТ „САСА“ - М. КАМЕНИЦА

***ИЗРАБОТИЛЕ:***

*Проф. Д-р БОРИС КРСТЕВ, редовен професор*

*Проф. Д-р БЛАГОЈ ГОЛОМЕОВ, редовен професор*

*М-р РИСТЕ ПОПОВСКИ, асистент*

*Александар Крстев, асистент*

***ШТИП, Јануари 2008 година***

## **В О В Е Д**

### **Систем за следење и мерење**

Следењето на флотациските јаловишта во текот на изградбата или експлоатацијата, односно по завршувањето на изградба се врши на следниот начин:

- со визуелни набљудувања и
- со контролни мерења.

Визуелното набљудување има за цел директно да ги следи промените на јаловиштето во услови на експлоатација и после завршување на експлоатацијата. Визуелните набљудувања се состојат од дневни, повремени и вонредни набљудувања. Дневните набљудувања ги вршат лицата задолжени за работа на јаловиштата, повремени ги врши одговорниот инженер на погонот флотација, а вонредните се вршат по потреба од страна на поширок стручен состав, вклучувајќи ги проектантот, стручни лица од организацијата, а понекогаш и стручни лица од други области, пр. екологисти и сл.

Секој дневните набљудувања се вршат постојано во секој момент, обично од по едно лице во смена. Повремените, главниот инженер ги врши еднаш неделно или два пати месечно. Овие два вида на набљудувања се вршат редовно, а вонредните (по потреба) визуелни набљудувања се вршат многу ретко, после земјотрес, силни поројни дождови или несакани настанати хаварии.

За поважните визуелни констатации се водат книги кои можат да бидат: сменски, дневни, месечни и годишни извештаи, а обично содржат:

- состојба на системот за хидротранспорт;
- состојба на хидроциклоните;
- пукнатини на круната на браната;
- деформации на јаловиштето или на околниот терен;
- големина и положба на таложното езеро во однос на насипот (браната);
- бистрина (чистота) на водата и визуелни согледувања за промена на протокот на водата од преливниот колектор и дренажната цевка;

- појави на извори и влажни зони по косините на насипот или на околниот терен;
- појави на ерозија на косините од насипот или на теренот во непосредна близина на јаловиштето;
- визуелна состојба на пиезометрите;
- состојба на објектите за евакуација на водите од таложното езеро;
- состојба на другите објекти (заштитни колектори, оптични колектори и сл.).

### **Контролни мерења**

На флотациските јаловишта треба со различна зачестеност да се вршат мерења на основните параметри. Целта на овие мерења се правовремено согледување на квантитативно - квалитативната ефикасност при изградба на јаловиштата. Сите мерења се делат на повеќе групи од кој најважни се:

- *Геодетски мерења (снимања)*. Со геодетските мерења се утврдува изграденоста на флотациските јаловишта во хоризонтална проекција и во вертикална рамнина, односно релативните промени на растојанијата од реперите. Со геодетските снимања се добиваат податоци и за промена на косината на браната, а со тоа се оценува и стабилноста на браната. Понекогаш, геодетски се снима и околното земјиште, во случај да се насетат можни ерозивни движења на тоа земјиште, а со тоа и загрозување на јаловиштето. За потребите на геодетските снимања се поставуваат реперни точки, кои обично се поставуваат на цврстиот терен околу јаловиштето. Геодетските мерења се вршат со геодетски инструменти (теодолити и др.). Минималниот број на мерења е еднаш годишно, а резултатите од снимањата се евидентираат во посебни записници;

- *Геомеханички мерења*. Со овие мерења се следат: напонската состојба, изместувања во телото на браната, релативните деформации, притисокот во браната и сл. Овие мерења ги вршат специјализирани организации со специјални мерни апарати и тоа обично еднаш годишно. За да се следи квалитетот на материјалот од кој се гради браната потребно е да се земат примероци и да се проверат гранулометрискиот

состав, збиеноста, влажноста, аголот на внатрешно триење, кохезијата, водопропустливоста и сл. Како ревизиона се зема застапеноста на класата -0.074 мм во материјалот - песок на хидроциклон со кој се изградува браната. Оваа содржина треба да се одржува на проектираната големина;

- *Хидротехнички мерења*. Со овие мерења се следат водите во флотациското јаловиште. Се следи нивото и количината на вода во таложното езеро. Нивото на вода успешно се следи со хидрометриски летви, а за количината се земаат податоци од геодетските снимања.

Следењето на хидродинамичките движења внатре во депонираната флотациска маса, односно положбата на линијата на провирни води, мора да е често и тоа обично еднаш неделно. Линијата на хидродепресија се следи преку пиезометри, кои се распоредени во правилни профили по насипот на јаловиштата. Пиезометрите се ситно перфорирани цевки, поставени вертикално. При мерењата најдобро е ако пиезометрите се суви (без ниво на вода). Во таков случај браната е стабилна и дренажниот систем добро си ја обавува својата функција. Пиезометрите треба секогаш да бидат во исправна состојба. Неисправните треба да се прочистуваат или да се заменуваат со нови.

Количината на дренажна вода која истекува од дренажниот систем зависи од оддалеченоста на воденото огледало од браната, како и од густината на производот песок со кој се гради браната. Најдобро е кога измерената количина се движи во очекуваните граници. Мерењата се вршат обично еднаш неделно или поретко во случај да нема големи варирања на оваа количина.

Динамиката на мерење на количината на вода од преливниот колектор е обично еднаш неделно или поретко, а резултатите се запишуваат во книги за евиденција. Количината на вода од преливниот колектор е зависна од тоа дали водата од таложното езеро преку пумпна станица се враќа повторно во флотација или се испушта преку преливниот колектор. Значи, оваа количина може многу да варира. Други услови од кој зависи оваа количина е работата на погонот флотација - една или повеќе фази, време на затворање на преливните отвори од преливниот колектор и временските, атмосферски прилики.

Водите кои од јаловиштето се испуштаат во водотеците подлежат на контролни мерења за квалитет. Тие води треба да задоволуваат одредени критериуми, односно да бидат бистри и да не содржат штетни компоненти повеќе од дозволеното. Квалитетот на водите, односно загаденоста на преливните и дренажните води се одредува со физичко - хемиски и токсични анализи кои даваат податоци за физичко - механичката чистота (цврст остаток во водата), потоа содржина на хемиско - токсични елементи и pH- вредноста (киселост) на водите. Добиените резултати од овие анализи - мерења се споредуваат со важечките законски пропишани норми за максимално дозволените концентрации (МДК) од категоризацијата на водотекот во кој се испуштаат водите. Динамиката на овие мерења може да варира, од еднаш неделно до еднаш месечно и резултатите се впишуваат во соодветните записници;

- *Метеоролошки мерења*. Имаат карактер на помошни мерења и служат за да можат останатите мерења подетално и појасно се проучат. Се следи интензитетот на врнежи, температурните промени, ветровите (правец и брзина) и сл;

- *Сеизмички мерења*. Се вршат и ваква мерења со цел да се оцени стабилноста на насипот при потреси (при минирање или при природни потреси);

- *Еколошки мерења*. Со овие мерења треба да се следи загаденоста на околината (воздух, вода, околна земјиште) заради благовремено преземање мерки за заштита.

### ***Анализа на стабилностна браната на флотациското јаловиште***

При изградба на брана на флотациско јаловиште многу е важно да бидат запазени сите проектирани параметри. Со зголемување на браната во висина, доаѓа до нанесување на нови слоеви на јаловина, трупот на браната од ден на ден се повеќе се зголемува, а фината структура на супстратот ја прави оваа голема маса статички нестабилна.

За намалување на стабилноста на браната значајна улога имаат провирните води, чие дејство е во краткото или долгото допирање со браната. Доколку е подолг контактот доаѓа до филтрација на поголема количина на вода во браната, која вода со себе внесува и ситни честички од јаловината, со што се предизвикува

суфузија на браната, односно намалување на пропустливата моќ на браната. Суфузија може да биде предизвикана и со распаѓање на минералните честички во самата брана, како на пример пиритот доколку е присутен во значителна количина. Последица од суфузијата е се поголема овлажнетост на браната и создавање на површини склони на лизгање на слоевитите наслаги од сулфизирани честички. За да се избегне тоа, при проектирање на браната треба да се внимава на дотокот на вода, во телото на браната да биде минимален, а нејзиниот проток низ браната да биде многу забрзан. На тој начин се градат суви и стабилни брани, кај кои контактот водено огледало -плажа е оддалечен од браната. Ретензиониот простор треба да биде во оптимални граници, а во случај на намалување, се зголемува опасноста за рушење на браната.

Зголемена количина на вода во браната може да биде предизвикана и од материјалот со кој се гради браната. Имено, ако во песокот има преголема количина на ситни фракции, доаѓа до процес на суфузија -заполнување на можните патеки на водата и на тој начин се загрозува стабилноста на браната, со тоа што се создаваат можни површини на лизгање. Значи, колку се покрупни фракциите од кој се гради браната, толку геомеханичката стабилност на браната е поголема.

Во време на ниски температури може да дојде до замрзнување на еден дел од провирните води и на тој начин да се зголеми волуменот и да се наруши стабилноста на браната. Најдобра заштита од вакви влијанија е добро дренирање на водите во браната.

Исто така и формираната косина на браната со пострмен наклон отвара можност за потенцијална локална нестабилност, што понатаму може да води кон несакани последици по стабилноста на јаловиштето. За стабилноста на јаловиштето има значење и по која метода се гради браната. Низводната метода дава поголема сигурност од возводната, бидејќи при возводната метода секој нареден сегмент се поставува врз неконсолидирана тиња.

Покрај податоците добиени од визуелните набљудувања, геодетските снимања и контролните мерења, за анализа на стабилност на браната значајно е и одредувањето на коефициент на сигурност, кој претставува бездимензионален број и се одредува по следната еднаквост:

$$F = \frac{C + N \cdot \mu}{\tau}$$

каде се:

$\Phi$  - коефициент на стабилност (сигурност), бездимензионален број;

$C$  - сила на кохезија,  $\text{H}/\text{m}^2$ ;

$N$  - нормална сила,  $\text{H}/\text{m}^2$ ;

$\mu$  - коефициент на триење, бездимензионална големина;

$\tau$  - тангенцијална сила,  $\text{H}/\text{m}^2$ .

Овој коефициент се одредува за претпоставени можни површини на лизгање. Коефициентот на сигурност треба секогаш да биде поголем од минимално дозволениот, а минимално дозволениот зависи од висината на браната и за постојаните оптеретувања во редовна експлоатација тој е:

-  $\Phi_{\text{мин}} > 1.5$  - за брани и насипи преку 15 м висина;

-  $\Phi_{\text{мин}} > 1.3$  - за брани и насипи пониски од 15 м.

За повремени оптеретувања кои можат, но неморат да се појават се дозволуваат следните коефициенти:

-  $\Phi > 1.3$  - за брани и насипи преку 15 м висина;

-  $\Phi > 1.2$  - за брани и насипи пониски од 15 м.

Во случај да за некои површини на лизгање се добие помал коефициент на сигурност од минимално дозволениот, тогаш таа површина претставува потенцијална опасност за јаловиштето. За одредување на стабилноста на браната постојат повеќе методи.

При анализа на стабилност на браната, доколку се увиде дека некои услови не задоволуваат, потребно е најитно преземање мерки, со цел спречување на можна хаварија, која што понекогаш може да биде од големи размери.

### ***Анализа на стабилностна придружните објекти***

Обично еднаш годишно се врше анализа на стабилност на придружните објекти. Визуелните набљудувања на овие објекти се почести, но констатациите се прикажуваат во годишните анализи. Придружни објекти на јаловиштето се: преливни колектори, опточни колектори, заштитни сливни колектори и др. Овие објекти обично се прават со поголеми димензии, за да во нив може да се влезе при набљудување и при интервенирање.



Понекогаш овие објекти можат да бидат причинители на хаварии од големи размери. Во случај да некој сегмент од овие објекти е лошо изведен и со текот на надвишување на јаловиштето, тежината на материјалот врз овие објекти се зголемува, па постои можност да некој од овие објекти биде загрозен.

Во рудникот може да постои тим кој ќе врши набљудувања и мерења во внатрешноста на придружните објекти. Доколку рудникот нема таков тим се повикува од организација каде што го има. При контрола кај овие објекти, најчесто се забележуваат одредени оштетувања, како на пример кај опточните тунели може да дојде до издлабување на подлогата од речниот нанос на материјалот. А за сите придружни објекти карактеристично е што може да дојде до попуштање на одредени делови. Тие делови претставуваат потенцијална опасност, бидејќи при нивно пукање јаловината преку нив ќе се изнесе од јаловиштето и ќе се разнесе на поблиската, а понекогаш и на подалечната околина. Токму затоа, во случај да се констатираат оштетувања на придружните објекти, потребно е најитно нивно санирање, со цел спречување на хаварија.

За краток работен век придружните објекти даваат голема сигурност, но со продолжување на работниот век се зголемува опасноста од оштетување на овие објекти.

### ***Анализа на стабилност на тереното колу јаловиштето***

Од геодетските снимања се добиваат податоци за можни изместувања на околниот терен. Посебно кај ридскиот тип на јаловишта можни се свлекувања на околното земјиште и на тој начин може да се загрози целокупното јаловиште (брана и акумулационен простор). До тоа може да дојде после силни поројни дождови, ако околниот терен не е пошумен, при што доаѓа до распукување и растресување на земјиштето и потоа негово свлекување. Посебно е опасно ако дојде до свлекување на големи количини земјиште кое може да предизвика оштетување на браната и со тоа да дојде до излевање на јаловината во пошироката околина.

Значи, во текот на експлоатација на флотациските хидројаловишта треба да се следи и стабилноста на околниот терен. Во случај да се констатираат можни опасности треба да се преземат одредени мерки со цел спречување на клизишта. Тоа се постигнува со

пошумување на теренот, изработка на потпорни брани и сл.

### ***Мерки за заштита при работа***

За работниците кои работат на флотациските хидројаловишта треба да се обезбедат услови за работа согласно со законот за заштита при работа, како и да се почитуваат правилниците со технички норми.

Работниот простор на браната и таложното езеро треба да бидат осветлени, за да бидат обезбедени услови за ноќно работење. Се осветлува и пулповодот со цел ноќно негово контролирање. За заштита на околното население флотациските хидројаловишта би требало да се оградуваат, но понекогаш планинските јаловишта не се оградуваат, па во таков случај се поставуваат знаци за предупредување.

Работите кои се извршуваат под тешки услови на работа, каде работниците се изложени на пооделни опасности се применуваат посебни мерки за заштита. Работниците при работа на отворен простор се изложени на неповолни атмосферски делувања (дожд, снег, ниски температури и сл.), па за нив е потребна посебна опрема за лична заштита при работа. Значи, тие работници треба да бидат опремени со работна облека: работно одело, чизми, ракавици, гумирани одела и капи за заштита од дожд, бунди за заштита од ниски температури и сл. До јаловиштата се гради мала зграда (барака) за засолнување на работниците при невреме.

Со правилници се пропишува постапка за давање на прва помош организирање во случај на повреда, како и услови кои во поглед на стручноста потребно е да ги исполнуваат лицата за вршење на тие работи. При работа на јаловиштата можни се полесни телесни повреди, при преместување на хидроциклоните или при некоја друга активност. Во таа смисла треба на повредениот да му се обезбеди брзо давање на прва помош. До сите јаловишта треба да има сандачиња за прва помош, во кои ќе ги има сите потребни санитарски материјали и средства за давање прва помош.

За потешки повреди на јаловиштата треба повикување на итна лекарска помош. За таа цел јаловиштата треба да имаат телефонска врска со погонот флотација, како и со најблиската амбуланта.

## **1.0 Технички набљудувања - оскултациски мерења за 2008 год.**

Активностите за техничка оскултација - набљудувања (период од 01.01.2008 год.) од кога ќе се врши изградба, надвишување над иницијалната брана при експлоатација на новото Хидројаловиштето на Рудникот Саса, се следните и тоа:

- Продолжено техничко набљудување - оскултациски мерења на нивото од водата во системот на активната или предвидена пиезометриска мрежа.
- Продолжено техничко набљудување - оскултациски мерења на количините (капацитетот) на водата од дренажниот систем
- Продолжено техничко набљудување - оскултациски мерења на нивото од водата во таложното езеро
- Продолжено техничко набљудување - оскултациски мерења (анализи) на квалитетот на водите, кои се испуштаат од Хидројаловиштето и тоа:
- Дренажните води - перманентни;
- Испумпуваните води – времени, во случај на користење на повратна технолошка вода од акумулацијата.

### **1.1 Облазложение на концепциското и техничкото решение**

Согласно важечкиот Правилник за минимално потребните работи и мерки за техничко набљудување на браните, како и строгите директиви за заштита на животната средина, хидројаловиштето "Саса" ќе се смета за брана под посебна контрола чие што техничко набљудување треба да обезбеди доволен број на информации за оценка на состојбата од аспект на стабилноста, сигурноста и функционалноста.

Како главни причини за евентуални оштетувања и делумни рушења во депонираниот материјал во телото на хидројаловиштето се смета преливањето на водата преку круната на хидројаловиштето и издигнувањето на депресионата крива многу високо и избивање во горниот дел на косината.

Доколку ретензиониот простор помеѓу преливниот праг и круната на песочната брана се исполни со вода (во случај да нема поврат на повратна технолошка вода во погоните на рудникот или во Флотација), односно ако се создаде акумулација и водата почне да прелива преку круната на браната ќе биде предизвикана ерозија на низводната косина при што со водата ќе се носи и материјал од круната на браната и низводната косина. На тој начин можно е да се предизвика поплавување на низводното подрачје со концентрирана суспензија од вода, песок и прашина.

Цо покачување на депресионата линија доаѓа до зголемување на порните притисоци во низводниот дел на хидројаловиштето што може да предизвика хидраулички градиенти поголеми од критичниот и однесување на ситни четсички од телото на браната, односно внатрешна ерозија. Концентрираните токови низ телото на хидројаловиштето може да предизвикаат прогресивна ерозија која може да биде причина за делумни рушења на песочната брана.

Во перспективни услови кога не е постигната завршната кота на изграденост на хидројаловиштето, постои класична акумулација и брана изградена од песокливо-прашинест материјал каде што се можни и други оштетувања: локални свлекувања, диференцијални слегања и појава на пукнатини поради што се наметнува потребата од комплетна анализа на напонско-деформабилната состојба и утврдување на зоните на потенцијален локален лом врз основа на кои се утврдува коефициентот на сигурност при локална стабилност. По теоријата на гранична рамнотежа се анализира стабилноста во услови на потенцијална рамнина на лизгање, без да се земе во предвид напонско-деформабилната состојба.

За утврдување на депресионата линија по карактеристични профили се користат постоечките пиезометри, додека за калибрирање на можен математичкиот модел неопходно е следење на порните и тоталните притисоци, како и на хоризонталните и вертикалните поместувања во определени точки во телото на хидројаловиштето е потребно вградување на соодветни инструменти. Согласно Правилникот, минимално потребните работи за техничко набљудување на браните под посебна контрола се остваруваат преку следниве контролни набљудувања:

- > Визуелни набљудувања на видливите површини на браната и непосредната околина, придружните објекти и акумулациониот простор;
- > Мерење на поместувањата, деформациите и напрегањата со инструменти вградени во телото на браната;
- > Мерење на порните притисоци во телото на хидројаловиштето, во боковите и основата;
- > Мерење на провирните и филтрационите води низ и низводно од телото на хидројаловиштето;
- > Регистрирање на хидролошките и метеоролошките појави во сливот;
- > Мерење на наносот во акумулацијата;
- > Регистрирање на нивото на водата во акумулацијата, дотекувањето и истекувањето од акумулацијата;
- > Мерење и регистрирање на земјотресни поместувања на браната со вградени сеизмички инструменти;
- > Геодетско мерење на поместувањата на мерните точки и репери фиксирани по површината на телото на хидројаловиштето и околниот терен;

Согласно овој Проект за оскултација на новото хидројаловиште на рудникот Саса, управувачот на хидројаловиштето на рудникот "Саса - ДООЕЛ" е должен да организира и да извршува континуирано техничко набљудување на браната, придружните објекти и акумулациониот простор или овие активности да ги довери на специјализирана фирма.

## **Техничко решение**

Согласно важечкиот Правилник за минимално потребните работи и мерки за техничко набљудување на браните се предвидуваат:

- *Визуелни набљудувања*
- *Геодетски снимања*
- *Мерења со вградени инструмент*

➤ *Визуелни набљудувања на видливите површини на браната и непосредната околина, придружните објекти и акумулациониот простор*

Цо визуелните набљудувања потребно е да се увидат на лице место сите видливи промени на флотациското хидројаловиште со редовна обиколка на браната од страна на стручно лице и вонредна при земјотрес и други елементарни непогоди. Визуелно телото на хидројаловиштето се набљудува на тој начин што се регистрираат евентуални појави на пукнатини по круната на браната, како и локални свлекувања и ерозија по косината. Стручното лице кое ги извршува визуелните мерења е должно да направи скица на која ќе ги означи сите пројавени нестабилности и ќе ја констатира причината на нивно настанување. При појава на дождови, доаѓа до израз ерозијата на песочната косина на хидројаловиштето. Цо визуелните набљудувања треба да бидат опфатени и боковите-страните, како и контактот на телото на хидројаловиштето со основата. За регистрираните појави со визуелното набљудување потребно е да се обезбеди и фотодокументација.

При тоа е значајно да се регистрира појавата на извори во ножицата на браната, како и зголемениот степен на влажнење. Наведените појави треба навремено да бидат регистрирани и доколку се забележат на косините и на боковите на хидројаловиштето. Воедно е потребно да се утврди чистотата на водите, кои евентуално би се регистрирале со варијацијата на температурите. При визуелното набљудување потребно е перменантно следење на исправноста на вградените инструменти во телото на хидројаловиштето, односно да се утврди дали пиезометрите се соодветно заштитени (со капа со катанец) за да се избегне нивно запушување.

Визуелните набљудувања треба да се извршуваат секојдневно и повремено. Секојдневното набљудување се извршува од страна на лицето кое е задолжено за набљудување на објектот, при што е потребно да се обрне посебно внимание на состојбата **на низводната страна на браната, како и круната на браната.**

Повремените визуелни набљудувања се извршуваат од страна на стручно лице - инженер на секои 15 дена, при што треба да се обрне внимание на исправноста и обезбеденоста на пиезометрите и останатите инструменти кои ќе бидат вградени во телото на браната, како и на изворите на подземна вода кои се пресушени во изминатиот период, но е

регистрирано периодично влажнење. Воедно, визуелните набљудувања се извршуваат и при појава на големи води, земјотрес и слични појави.

Врз основа на визуелните набљудувања се изготвува извештај кој е дел од дневникот за одржување на флотациското хидројаловиште. Доколку визуелните набљудувања се извршени во поширок состав, тогаш се изготвува записник во поширок состав.

**> Мерење на поместувањата, деформациите и порните притисоци и тоталните притисоци со инструменти вградени во телото на браната**

Во текот на оформувањето на телото на хидројаловиштето треба да се вградат **инструменти за следење на поместувањата, деформациите и напрегањата во телото на браната.**

Како најсоодветно решение е одлучено да се постават **инклинометри** со кои се мерат бочните поместувања и деформацијата на песокот во телото на хидројаловиштето. Овие инструменти, според спецификите на производителот, воглавно се состојат од челична сонда, сензор и кабел, ги прифаќа механичките сигнали претворајќи ги во електрични сигнали и ги пренесува до далечинскиот отчитувач на податоци. Цо вградувањето на мерни ќелии со сензор со вибрирачка жица кои се во комбинација со диск пиезаметар се мерат хоризонталните напрегања и порните притисоци. Отчитувањата од инструментите треба да бидат во определени граници, утврдени врз основа на напонско-деформабилната состојба на анализиран попречен профил, врз основа на познатите геомеханички истражувања.

**Важно: Предвидените инструменти се распоредени во 4 попречни профили. Точната местоположба на предвидените инструменти за вградување и постоечките пиезометри е прикажана на Прилог бр. 4, 5, 6, и соодветните четири профили означени со бројките 1, 2, 3 и 4.**

Цо инклинометрите се планира да се следат бочните поместувања во телото на браната за да се определи смолкнувањето и правецот на поместување, додека вертикалните поместувања би се следеле на површината на телото на хидројаловиштето со геодетските снимања. Стандардниот тип на инклинометарот (*согласно на техничките карактеристики од производителот*) се состои од сонда во облик на торпедо поставена на тркала и сензор кој прску градуиран кабел е поврзна со дигитален отчитувач (дата логгер). Сондата на инклинометарот има специјално инсталирана епрувета на влезот на инклинометарот, т.к. влезна епрувета. За поставување на инклинометрите се предвидени повеќе вертикални дупнатини со дијаметар од 100 до 200 мм, така што во една дупнатина, зависно од типот на инклинометарот, дупнатината се исполнува со инекциона маса, пред или по инсталирањето на влезната епрувета, а како алтернативен начин исполната може да биде и ситнозрн до крупнозрн песок. Како посоодветно алтернативно решение се сметаат дигиталниот инклинометар или други типови на инклинометри кои можат да го следат однесувањето на епруветите поставени по целата висина на браната и со

магнетна лента по целата височина на дупнатината можат да се следат и слегнувањата, а не само бочните поместувања.

За мерење на порните притисоци во водозаситени почви, кои имаат посебно значење од аспект на стабилноста на телото на хидројаловиштето неопходно е вградување на пиезометри за мерење на порен притисок со вибрирачка жица. Врвот на пиезометарот го опфаќа порозниот елемент целосно со дијафрагмата на конверторот за притисок со вибрирачка жица инсталиран во бушотината или сместен во материјалите за насипување. Кабелот го поврзува конверторот со завршната единица или директно со одбројувачот.

***Цо оглед на тоа што браната е веќе во процес на изградба, поставувањето на стандардните мерни ќелии за мерење на тоталните притисоци е можно, односно се смета дека истите би давале реални или соодветни резултати.***

Како алтернативно решение може да се предложи поставување на ткн. пух-ин мерни ќелии со вибрирачка жица со кои можат да се следат хоризонталните напрегања и порните притисоци. Ќелијата се состои од две челични плочки, меѓусебно исполнети со масло и заварени по контурата. Ќелијата е поврзана со конвертор за притисок кој работи со вибрирачка жица со челична епрувета со мала должина поврзана со челичните плочки. Овој тип на инструмент може да се вгради во дупнатина и благодарение на тоа што е во комбинација со диск пиезометар, овозможува истовремено отчитување на порните притисоци и хоризонталните напрегања во определена точка во телото на браната. Конверторот за притисок е поврзан со кабел кој води до собирна кутија (терминална единица), каде што ќе се врши приклучување со ткн. портабле вибраторинг њире реадоут/логгер, како завршна единица. Меѓусебното растојание помеѓу две дупнатини во кои се поставуваат мерни инструменти за оскултација треба да биде минимум 1 м

➤ ***Мерење на количините и квалитетот на провирните и филтрационите води низ и низводно од телото на хидројаловиштето***

За следење на филтрационите појави низ телото на хидројаловиштето се користат поставените пиезометри, со тоа што навлегувањето на подземната вода во пиезометарот се врши преку перфориран дел. Врз основа на мерењата на нивото на водата во пиезометрите се утврдува процедурната линија на филтрационата вода низ телото на браната и во боковите.

***Согласно основниот проект за оскултација на новото Хидројаловиште на рудникот Саса на кота 960 мнв, предвидено е да се постават вкупно 25 пиезометри со ознака П-1 до П-25, од кои 6 (П-1 до П-6) на круната на храната, 10 се во телото на Хидројаловиштето, а 9 се на боковите на возводната страна од хидројаловиштето.***

Треба да се истакне дека мрежата на пиезометри требаа тековно да се надоградува согласно на предвидените или согласно на дополнителни непредвидени појави, преку зголемување на бројот на пиезометрите, а

**воедно и според динамиката на градење (одлагање) на материјалот флотациски песок, пиезометрите sukcesивно треба да се продолжуваат, следејќи ја геометријата на косината од браната.**

**Во период на експлоатација на хидројаловиштето ќе се утврди дека одредени пиезометри нема да функционираат, па така дел од нив ќе се коригираат или ќе се заменат со нови.**

Врз основа на наведеново може да се констатира дека постоечката пиезометарска мрежа треба да задоволува од аспект на определување на процедурната линија на филтрационите води низ телото на хидројаловиштето.

Евентуалните регистрирани извори во боковите и речното корито низводно од хидројаловиштето, ќе претставуваат добар индикатор за оценување на водопрпусноста на природната средина во зоната под хидројаловиштето.

Во пролетните и зимските периоди има индикации на влажненње па и на појава на извирање на едно место во ножицата, кое во летните периоди престанува, а што може да се земе во предвид дека не е во врска со акумулацијата туку само од инфилтрирањето на вода од атмосферските врнежи. Генерално може да се каже, дека проектните претпоставки дека со тек на време ќе дојде до пополнување (колматација) на пукнатинскиот систем од основната карпа со фините ситни честички од флотацискиот муљ е можна, а секако дека на прихранувањето со вода ќе има влијание при рекултивирање со садници на низводна косина.

Динамиката на физичко - хемиските и токсичните анализи на квалитетот на водите, кои се истуштаат перманентно - дренажни (евентуално преливни), се вршат месечно (редовно), а добиените резултати се евидентираат во книгата за квалитет на водите, кои се испуштаат од хидројаловиштето. Квалитетот на водите, кои се испуштаат од хидројаловиштето се одредува со анализите за нивната физичко -механичка чистота (цврст и суспендиран остаток), хемиско - токсични елементи и *pH* - вредност.

Добиените резултати од физичко - хемиски и токсични анализи се споредуваат со важечката законски пропишани норми за максимално дозволените концентрации (МДК) за води од категоризацијата на водотекот на река "Каменичка Река".

Мерењата на овие податоци треба да биде зачестено во последните години, поради острите и строги закони за животна средина, а од добиените резултати треба да се гледа *pH*-вредноста од езерото и провирните води од дренажните ќилими.

Врз основа на наведеново, сметаме дека идните набљудувања од аспект на мерење на количините и квалитетот на провирните и филтрационите води треба да се сметаат за задоволителни или незадоволителни, во зависност од квалитетот на предвидената изградба на браната.

Цо оглед на тоа што во сегашни услови телото на хидројаловиштето постапно ќе се надградува, мерењата во пиезометрите треба да се извршуваат на секои 15 дена. Истото се однесува и при мерење на капацитетот на извори.



Квалитетот на водата од таложното езеро, од пиезометрите и провирните или филтрациски води треба да се следи со редовни хемиски анализи на секои 6 месеци во сегашни услови и или пак еднаш месечно.

➤ ***Регистрирање на хидролошките и метеоролошките појави***

За следење на билансот на водите во акумулацијата неопходна е изградба на хидролошки станици на водотеците кои влегуваат во акумулацијата и хидролошка станица на истекот од акумулацијата.

Тоа подразбира дека за овие водотеци ќе бидат воспоставени корелативни врски за протоците, согласно хидролошката состојба на река Каменичка после излезот од телото на новото хидројаловиште или пропратните хидројаловишни помошни објекти.

**Хидрометеоролошка станица се предвидува да врши набљудување на хидролошките и метеоролошките параметри и тоа како класичен тип со инструменти за следење на нивото во акумулацијата, испарувањето, врнежите, температурата на воздухот и водата, ветер и влажност или автоматска хидрометеоролошка станица (предвидено е да хидролошката, метеоролошката и сеизмичката станица бидат поставени на иста локација, односно во иста мерна станица или мерна куќичка).**

За следење на промените на нивото на водата во акумулацијата можат да се предвидуваат водомерни летви со височина од 1 м.

Сите предвидени инструменти за мерење на климатолошките појави треба да бидат поставени на метеоролошки столб со височина од 3 м. Мерењето на врнежите ќе се изведува со дождомер, а мерењето на температурата со термометар. Влажноста на воздухот ќе се мери со хидрограф, а испарувањето со испарител.

➤ ***Мерење на наносот во акумулацијата***

Поради наноси од притоците, свлекувања од бреговите на акумулацијата, причинети од површинската ерозија и таложењето по дното на акумулацијата се формираат наноси, коишто водат до загуби во обемот на акумулацијата и претставуваат пречка за рационално искористување. Тие причини налагаат периодични мерења за утврдување на количината и местата на наносите и превземање на соодветни мерки за нивно регулирање и прочистување.

Во случај, врз основа на теренската перспекција да се работи за голема сливна површина од која што се оформува акумулација, пошуменоста на сливната површина го спречува формирањето на наносот. Цо оглед на постоечката пошуменост на околниот терен ќе се очекува формирање на голем нанос во акумулацијата.

➤ ***Регистрирање на нивото на водата во акумулацијата, дотекувањето и истекувањето од акумулацијата***

Мерењето на нивото на водата во акумулацијата треба да се предвиди да се врши со помош на водомерна летва и лимниграф. Предложените локации на водомерните летви и лимниграфи за следење на нивото би требале да вршат хипсометриско мерење со хипсометриско крило на мерни профили на кои ќе бидат изведени бетонски прагови. Истекувањето од акумулацијата треба да се регистрира со одвоено мерење на количината на водата од дренажниот систем, минимум еднаш во 3 месеци.

➤ ***Мерење и регистрирање на земјотресни поместувања на браната со вградени сеизмички инструменти***

Согласно со Правилникот за технички нормативи за сеизмичко набљудување на песочни брани пропишани се нормативите за следење на индуцираната сеизмичност, собирање на податоци за динамичко однесување на телото, темелот и тлото кај песочни брани за време на дејство на силни земјотреси, како и вградувањето и одржувањето на сеизмичките инструменти. Во случајов се проценува дека поставувањето на сеизмолошка станица не е потребно со оглед на тоа што е поминат периодот на засилена сеизмичка активност на тлото поради полнењето на акумулацијата и дистрибуцијата на напрегањата во подтлото. За регистрирање на динамичкото однесување на тлото, темелот и телото на новото хидројаловиштето на рудникот "Саса" за време на силни земјотреси потребни се извесен број (2-3) трокомпонентни акцелографи. Сеизмолошката станица треба да има динамички опсег од 1 до 4 магнитуди и фрекфентен опсег од 0.05 до 20 Хз. Капацитетот на регистраторот треба да овозможи континуиран 24-часовен запис. Трокомпонентните акцелографи треба да имаат динамички опсег  $\pm 1g$ , фрекфентен опсег од 0.10 Хз до 33.0 Хз и селективно стартување во зависност од локалната сеизмичност на тлото.

Сеизмичките инструменти треба да имаат медиум за регистрирање кој ќе овозможи архивирање на податоците и едноставна репродукција и обработка на записите.

Сеизмичкото набљудување на динамичкото однесување на тлото, темелот и телото на хидројаловиштето за време на силни земјотреси треба да се одвива од почетокот на полнење на акумулацијата па се до крајот на нејзиното постоење, додека сеизмичкото набљудување на индуцираната сеизмичност треба да трае минимум 5 години по полнењето на акумулацијата.

> ***Геодетско мерење на поместувањата на мерните точки и репери фиксирани по површината на телото на хидројаловиштето и околниот терен***

Цо геодетски методи на набљудување на браната се добиваат просторните поместувања на определени точки од браната и објектите со неа. Геодетските методи даваат веродостојни податоци за однесувањето на објектот.

Заради значењето и широката примена на добиените податоци на основ на кој се анализира стабилноста на браната, неопходно е да се изработи проект за геодетска оскултација, која пак зависи од типот на браната, придружни објекти, геологијата и топографија.

Проектот треба да го содржи следново:

- Зададена точност на одредување на хоризонтални и вертикални поместувања;
- Распоред на точките во околината на браната, крајбрежен терен и останати објекти за набљудување и начин на нивна стабилизација-бројот и распоредот на точките за одредување на апсолутните хоризонтални и вертикални поместувања на браната е различен за секоја брана и зависи пред се од типот, висината и должината на браната и геолошките карактеристики на теренот;
- Геодетска мрежа на точките кои се надбљудуваат, стабилизација на истите и избор на координатен систем;

Методи на мерење со избор на инструменти и начин на тестирање на резултатите од мерењето - зависи од бараната точност на мерниот податок и брзината со која треба да се заврши мерењето. За да се оствари средна грешка на мерен правец, секоја серија на мерењата треба да се изврши по следниве принципи и упатства;

- о мерењето на правците да се врши во минимум четири гируси
- о микромрежата околу браната да се набљудува како посебна група на точки
- о помеѓу гирусите да се поместува лимбот за определен број на степени
- о дозволено отстапување помеѓу завршна и почетна визура да е 5" и др.
- Претходна пресметка на точноста на одредување на апсолутните хоризонтални поместувања;
- Мерење на должината во геодетската мрежа;
- Постапка на обработка на податоците на мерењето и одредување на апсолутните хоризонтални поместувања;
- Временски план на набљудување (распоред на серии) во текот на градба и експлоатација на хидротехничкиот објект;
- Анализа и оценка на точноста на резултатите од мерењето и приказ на резултатите од набљудувањето.

### **3.0 Опис на работите**

#### **3.1. Видови, намена и технички карактеристики на инструментите за техничко набљудување**

За определување на смолкнувањето и правецот на поместување во природните и изведените косини, како и проверка на бочните поместувања кај хидројаловиштето се предвидени вкупно 8 инклинометри (*8 инклинометри во сите 4 профили од кои 4 на 920 мнв, и по 2 на 935 мнв и 2 на 940 мнв*).

Стандардниот систем на инклинометарот содржи сонда во облик на торпедо поставена на тркала и наклонет сензор, кој преку градуиран кабел е поврзан со дигиталниот отчитувач. Сондата на инклинометарот е инсталирана во специјална епрувета на влезот на инклинометарот. Наклонетиот сензор овозможува да се регистрира хоризонталната девијација меѓу оската на сондата и вертикалната рамнина. Мерењата од наклонот и должината на сондата се користат при определување на хоризонталната девијација (дадена во мм) на епруветата од реалната вертикала. Влезната епрувета е инјектирана во бушотината, вградена во насипот или бетонот, или сигурно поставена на површината на конструкцијата за да се набљудува.

Сондата на инклинометарот, во зависност од тоа дали е со една или две оски, вклучува еден или два акцелерометри кои се осетливи на наклонувањето на сондата во однос на вертикалната рамнина. Два сета од наклонетите водечки тркала на сондата заедно со 4 внатрешни сета овозможуваат постојано израмнување на сондата во однос на бараната положба на инсталираната влезна епрувета. Инсталираната влезна епрувета е дизајнирана да биде отпорна, но да биде доволно флексибилна во однос на било кое попречно движење. На пример, ако влезната епрувета ја пресече активната површина на лизгање (рамнина на свлекување) тогаш ќе настојува да развие конвексно - конкавна форма во профилот, со точка на совивање на кривата приближно до нивото на површината на лизгање. Дизајнот на сондата и влезната епрувета овозможува попречните поместувања да се регистрираат со висок степен на осетливост и точност. Поточно точноста на мерење изнесува 0.01 мм, додека при температурни разлики од 1°C се јавуваат отстапувања помали од 0.013 мм, додека попречното отстапување од точното мерење е помало од 0.002%. Сондата треба да биде заштитена од вода, анкорозивна со работен агол + 30°.

Основата на влезната епрувета е цврсто поставена на стабилниот слој над предвидената зона или зоните на движење така што секое попречно поместување е поврзано со датирана фиксна точка.

Телескопските спреги се користат во ситуации каде што на влезната епрувета се очекува притисок/затегање. Отчитувањата на поместувањата се вршат секогаш на длабински интервали од 0.5 м или 1.0 т, кои се градуирани на самиот кабел. Почетните мерења со инклинометарот (основните мерења) се добиваат на потребната длабочина и во последователните временски интервали ако мерењата се направени на исти длабочини. Попречното поместување на влезната епрувета се добива со интегрирање на набљудуваната хоризонтална девијација од почетните мерења. Цо споредување на последователните профили на влезната епрувета се посочува местоположбата, правецот, интензитетот и големината на попречното поместување. Најјасна индикација

за попречното поместување се добива со исцртување на зависноста на хоризонталната девијација на влезната епрувета од длабочината.

Слегавањата или извлекувањата кои се појавуваат во почвата околу дупнатината ќе предизвика притисок или затегање на влезната епрувета од инклинометарот. Мерењето на вертикалното поместување предизвикано од слегавањата или извлекувањата се добива со подесување на влезната епрувета од инклинометарот со магнетни мети. Магнетните мети се поставени над влезната епрувета во дупнатината или прикачени за плочите поставени во почвата. Магнетната сонда поставена пониско во внатрешноста на влезната епрувета ја определува положбата на магнетите поставени надвор од епруветата. Алтернативно, сондите УСБР или типот со кука може да се користат кога ќе се инсталира телескопската влезна епрувета. Овие сонди го мерат растојанието од долната ивица на секоја влезна епрувета внатре во телескопската спрега до врвот на инсталацијата.

Цо дигиталниот инклинометар може да се следат вертикалните поместувања (слегнувања) како и бочните поместувања по целата височина на дупнатината со тоа што помеѓу обложните цевки на дупнатината се поставуваат телескопски спреги, а воедно се вградува и магнетна сонда со должина колку што изнесува длабочината на дупнатината. Телескопските спреги овозможуваат придвижување до 300 мм така да се вградуваат кај ваков тип на објекти каде што се очекуваат поголеми слегнувања и деформации.

За мерење на порните и тоталните притисоци во телото на хидројаловиш-тето се предвидени пиезометри со вибрирачка жица (**8 пиезометри во сите 4 профили од кои 4 на 920 мнв, и по 2 на 935 мнв и 2 на 940 мнв за порни притисоци и 8 пиезометри во сите 4 профили од кои 4 на 920 мнв, и по 2 на 935 мнв и 2 на 940 мнв за тотални притисоци**). Во продолжение е опишан стандардниот тип на пиезометар со вибрирачка жица. Врвот на пиезометарот го опфаќа порозниот елемент целосно со дијафрагмата на конверторот за притисок со вибрирачка жица инсталиран во бушотината или сместен во материјалите за насипување. Кабелот го поврзува конверторот со завршната единица или директно со одбројувачот.

Конверторот за притисок со вибрирачка жица содржи челична жица што вибрира, поврзана со едниот крај за дијафрагмата, а цо другиот крај за телото на осетливиот елемент (сензорот). Начинот на работа е со непостојана вибрација на вибрирачката жица. Жицата, вибрирајќи со своја фреквенција, која зависи од затегнатоста на жицата, предизвикува наизменичен тек во калемот. На овој начин се мери периодата на осцилацијата. Читањата се прават со мерење на изминатото време за 100 циклуси. Тогаш одбројувачот ги покажува информациите во градежни единици. Оперативната фреквенција се движи помеѓу 1600 Хз до 3000 Хз, додека оперативната температура е помеѓу -20°C до +70°C.

Ваквите пиезометри со вибрирачка жица имаат можност да регистрираат и негативни порни притисоци при височина на провирна вода од 5 м. Пиезометрите и конверторите можат да се користат до височина на

вода од 400 м (40 бари) со точност од  $\pm 0.5\%$ , додека при температурна разлика од  $1^\circ\text{C}$  можни се отстапувања од  $0.02\%$ .

Како алтернатива на наведениов инструмент може да се постави и мерна ќелија за притисоци со која што истовремено може да се следат порните притисоци и хоризонталните напрегања. Ткн. пусх-ин мерна ќелија со вибрирачка жица претставува ќелија која што се состои од две челични плочки меѓусебно исполнети со масло и заварени по надворешната површина. Ќелијата е поврзана со конвертор за притисок кој се состои од кратка челична сонда со која ќе оформува затворен хидрауличен систем. Воедно е поставен и порозен филтерски диск конектиран со втор конвертор за притисок со вибрирачка жица. Двата конвертори се намонтирани позади ќелијата и заштитени со цевка. Конверторите преку заштитени кабли се поврзани со спојна кутија и терминална единица (дата логгер):

***За мерење на хоризонталните напрегања, како и порните и тоталните притисоци во телото на хидројаловиштето се предвидени 8+8 мерни ќелии, означени со Пи и Ти.***

Џо овој тип на инструмент може да се отчитуваат притисоци до 40 бари на ќелијата и 10 бари на пиезотарот. Сензорот има прецизност  $\pm 0.5\%$  на отчитување. Температурните разлики влијаат врз прецизноста на отчитување  $0.02\%$  за  $1^\circ\text{C}$ , додека резолуцијата зависи од одбраниот тип на терминална единица.

За сите предвидени инструменти за техничко набљудување: инклинометри, пиезометри со вибрирачка жица или пусх-ин мерни ќелии за хоризонтални напрегања и порни притисоци, вибрирачка жица се предвидени повеќе мерни мста на површината на хидројаловиштето. Секое мерно место претставува мала монтажна куќичка во која ќе бидат сместени собирните кутии за каблите ткн. терминални единици кои по потреба ќе се поврзуваат со отчитувачот на податоци (даталоггер).

***Предвидените инструменти за инструментална оскултација се прикажани на Прилозите бр. 4, 5, 6 и тоа на карактеристичните профили 1, 2, 3 и 4 и ситуационо на определените хоризонти.***

### ***3.2. Припрема и вградување на инструментите за техничко набљудување***

Најчесто користен метод на инсталирање е кога се изведува вертикална дупчотина со дијаметар од 100 до 200 мм до длабочина најмалку од 2 м над зоната каде се очекува поместувањето. Во зависност од типот на инклинометарот, дупнатината може да биде исполнета со цементно млеко (инјекциона смеса) пред или откако ќе се инсталира влезната епрувета или алтернативно може да биде исполнета со ситен или крупнозрн песок по инсталација на влезната епрувета. Видот на исполната или инјекционата смеса треба да биде компатибилна со инженерските карактеристики на околната почва, во случајов флотациската јаловина.

Влезните епрувети се поврзани користејќи ги нивните спреги и опремата за прицврстување. Телескопските спреги се користат во ситуации кога вертикалните поместувања се предвидени, на пример кај брани, насипи или почви подложни на притисок. Прицврстувањата треба да бидат лоцирани на еднакви растојанија со цел да се осигура слободен влез на сондата од инклинометарот. Влезните епрувети исто така може да се наставуваат во средината на спрегите или да бидат разделени во внатрешноста на спрегите за да се овозможи вертикално слегање или извлекување на влезната епрувета. Крајното капаче е прицврстено за дното од влезната епрувета. Летшлото се нанесува на деловите што се прицврстуваат, потоа се ставаат лепливите траки за да се спречи влегување на инјекционата смеса или исполната.

Плочката за прицврстување на епруветата се користи за прицврстување на секоја должина од влезната епрувета инсталирана во дупнатината. Влезната епрувета е исполнета со вода со цел да се совлада потисокот и влегувањето на инјекционата смеса во текот на инсталирањето. Во сувите дупнатини подлабоки од 30 м се препорачува да се инсталира жица која ќе може да ја прифати тежината на влезната епрувета во случај да се наставуваат други епрувети. По поставувањето (инсталирање) на инклинометарот во дупнатината, се врши израмнување во бараната мерна насока и дупнатината се инјектира или насипува. Влезната епрувета поставена при завршување на инсталацијата или по инјектирањето треба да биде измиена со чиста вода. Влезната епрувета е заштитена со монтажно капаче или со бетонирање на заштитен капак или славина што се затвора на врвот на бушотината.

За поставување на пиезометрите со вибрирачка жица за следење на порните притисоци во телото на хидројаловиштето се изведуваат дупнатини. Сондата од инструментот е поврзана со потковица од мек челик на која има конектор и истата овозможува збивање на бентонитот и песочниот филтерски материјал во дупнатината која треба да биде со пречник поголем од 200 мм.

Пусх-ин мерните ќелии за отчитување на порните притисоци и хоризонтални напрегања се поставуваат во дупнатини. Отворот од дупнатината се насипува во хоризонтални слоеви, користејќи ја колку што е можно ископаната земја, до височина од 20 м, но што следува поставување на следната мерна ќелија. Секој слој со кој се затрупува дупнатината треба да се набива, но притоа да се внимава секоја ќелија да остане на потребната позиција. Потоа, повторно се проверува притисокот во секоја ќелија. Каблите се собираат заедно и како една целина се изнесуваат од дупнатината до терминалната единица. Секоја терминалната единица треба да биде заштитена во мала монтажна куќичка, а за отчитување на податоците се користи портабле дата логгер, кој се поврзува по потреба.

***Забелешка: Владувањето на опремата за инструментална оскултација треба да се изведе согласно технологијата за инсталација која ќе ја понуди производителот на опремата и условите на теренот.***

### **3.3. Критериуми за оценка на дозволените промени на мерните големини**

Опсегот во кој треба да се движат мерните големини регистрирани со инструментите за техничко набљудување се утврдува врз основа на анализа на напонско-деформабилната состојба на новото хидројаловиштето на рудникот "Сага" на еден од карактеристичните попречни профили.

Цо оглед на тоа што со предвидените инструменти ткн. ин-пукх пресуре целлс ќе се следат хоризонталните напрегања и порните притисоци, во означените точки кои одговараат на местоположбата на мерните ќелии е прикажан развојот на ефективните хоризонтални напрегања и граничните големини кои се очекуваат при сегашна состојба на хидројаловиштето.

При понатамошната експлоатација на рудникот и зголемување на хидројаловиштето потребно е да се утврдат граничните големини на мерните големини врз основа на реалната динамика на одлагање на флотациската јаловина и периодот на консолидација.

## **4.0 Технички услови**

### **4.1. Технички услови за инструментите и опремата за техничко набљудување**

- За да би можело предвидените инструменти за инструментална оскултација да имаат далечинско отчитување со автоматско програмирано мерење од автоматската мерна станица потребно е тие да функционираат на принцип на вибрирачка жица;
- Сите мерни ќелии (*во зависност од изборот на инструментот и неговите карактеристики дадени од производителот*) да бидат испорачани со фабрички изработен спој на инструмент со приклучен кабел со стандардна должина, освен за инструментите за кои ќе се бара целосна должина на кабел од инструментот до собирна кутија;
- Сите мерни инструменти на принцип на вибрирачка жица задолжително да бидат обезбедени со пренапонска заштита;
- Приклучните кабли со кои ќе бидат поврзани инструментите со вибрирачка жица било да се водат низ насип или во преодни површини почва-бетон треба да одговараат на барањата за механичка јакост, водонепрепусност, долготрајност;
- При инсталирањето на мерните ќелии треба да бидат обезбедени следниве технички услови:
- Пред инсталирањето на ќелијата понудувачот заедно со надзорниот орган да ја одобри подготвената подлога за поставување на инструментите изведена по упатство од понудувачот-производителот;



- Вградувањето во одреден хоризонт да се врши согласно диспозицијата на инструментите со локално поместување или регрупирање на ќелиите, а по сугестија на понудувачот, прифатена од надзорниот орган и проектантот;
- Да се провери усогласеноста на местото за инсталирање на инструментите со нивниот мерен опсег;
- Да се регистрира серискиот број на инструментот и неговата придружна константа (коефициент добиен со баждарење);
- Да се изврши одмерување на потребната должина на кабел и потреба да се изврши продолжување на мерниот кабел со стандардна должина до потребната вкупна должина од ќелијата до собирната кутија со потребна резервна должина;
- Продолжувањето (спојувањето) на каблите да се изработи така да овозможат континуитет, да се добро изолирани и водонепрепусни, односно да бидат изработени со најголемо внимание;
- Каблите треба да се обележуваат за идентификација со видливи ознаки на видот и бројот на инструменти да можат несметано да се идентификуваат при мерењата од собирните кутии со отчитувачот на податоци (дата логгер) или централната мерна автоматска станица, доколку се предвиди дополнително. Означувањето ќе го изврши понудувачот-производителот со средства што тој ќе ги предложи (адхезивна трака, или др.). Секоја ќелија може да биде идентификувана само преку ознаката на слободниот крај на кабелот во собирната кутија;
- Да се изврши "нулто" мерење на начин и под услови кои ќе ги препорача понудувачот-производителот на опремата и истото како податок од особена важност да биде регистриран и сочуван за секој инструмент посебно;
- Поставување на ќелијата во претходно подготвената подлога и нејзино затрпување ќе се изврши на начин и со средства кои ќе ги препорача понудувачот-производителот;
- Заштита на местото на поставување на инструментот да се изврши на начин кој ќе го предложи понудувачот-производителот;
- Каблите да се положуваат олабавени, брановидно во претходно ископани канали на бараниот хоризонт, во претходно подготвена подлога, а потоа насипани и сето тоа да биде изведено под услови кои ќе ги пропише понудувачот-производителот;
- Каблите несмеат да се остават слободно изложени на градилиштето без соодветна заштита од присутната механизација;
- За заштита на каблите во канал од изложеност на сонце или механички оштетувања, каблите по поставувањето во каналите да бидат веднаш покриени според постапка одредена од понудувачот-производителот;
- Мерењата првовремено ќе се извршуваат на собирните кутии со поврзување на каблите со портабл мерач (дата логгер);
- Собирните кабли треба да бидат цврсто ширмовани, а собирната кутија треба да биде поставена на полица во монтажна куќичка, поставена на мерното место;

- Заземјувањето на инструментите и опремата треба да се изврши на собирните кутии според упатствата дадени од страна на понудувачот-производителот;
- Мерните вредности од портабл мерачот треба да бидат лесно архивирани во ПЦ на корисникот и да бидат заштитени од манипулација. Хе треба да постои можност изворните податоци да бидат менувани;
- Понудувачот на опремата за инструментална оскултација треба да достави гарантен рок на опремата и рок за обезбедување со резервни делови, како и услови за сервисирање.

## 5.0 Геодетска оскултација

Цо геодетските методи на набљудување се добиваат апсолутните просторни поместувања на одредени точки од браната и објектите со неа. При тоа земајќи ја предвид разликата во применетите методи, инструментите и приборот, одвоено се обработуваат хоризонталните и вертикалните померувања.

За потребите за следењето на поместувањето на хоризонталната компонента е предвидено развивање на микротригонометриска мрежа. За таа цел предвидено е поставување на неколку точки (*во почетокот 4 точки во низводниот дел од идното таложно езеро, кои после полнењето на таложното езеро и хидроциклонирањето, мора да се дислоцираат на повисоки точки долж новосоздаденото таложно езеро и хидројаловиште, а истовремено се предвидени 4 нови мерни места долж возводниот дел од хидројаловиштето*) од микротригонометриската мрежа кои во исто време служат како појдовен репер за вертикалната оскултација. Стабилизацијата и сигнализацијата на точките од микротригонометриските точки предвидено е да се изврши со бетонски столбови со вградено лежиште за присилно центрирање на инструментите и сигнал за визирање. Исто така се препорачува поставување на заштитен покрив над бетонските столбови, за заштита од сончевото влијание.

Бетонирањето на самите столбови од микротригонометриската мрежа и бетонските белеги на мерните точки од површината на телото на хидројаловиштето е предвидено да се изврши еден месец пред почетокот на нултото мерење. Определувањето на координатите, како на точките од микротригоно-метриската мрежа така и на точките за набљудување би се остварувало према дадениот план на набљудување.

За мерење на аглите и правците во овие мрежи треба да се користат инструменти кои можат да постигнат највисока точност. Во секој случај овие мерења мора да се извршат во првите утрински часови, пред излезот на сонцето и по можност сите мерења да ги врши еден оператор. Инструментот мора да ги задоволи следните карактеристики:

- податок на читање на хоризонталниот лимб мора да биде под 1"; со зголемување на дурбинот минимум 30x;
- да има уред за присилно центрирање како на инструментот така и визирните марки.

За да се постигне средна грешка на мерен правец секоја серија на мерења мора да се изврши по следниве упатства:

- мерењето на правците да се изведе со гирусна метода во 4 гируса;
- микротригонометриска мрежа да се набљудува како посебна група точки;
- на точките каде што бројот на правците на точките-марки преминува 20, да се изврши поделба на групи со тоа што во секоја група да се земе по 3 заеднички правци;
- хоризонтирање на инструментот да се изврши по секој гирус; о помеѓу гирусите лимбот да се помести за 45°;
- пред мерењето, а но центрирањето на инструментот истиот да се заврти неколку пати да се заврти алхидадата;
- мерењата да се вршат во насока на движењето на стрелките на часовникот и обратно во двете положби на инструментот;
- дозволено отстапување на меѓу завршната и почетната визура е 5".

## ***5.2 Мислење на вертикалната компонента на поместувањата на надворешната површина на објектот***

На истите точки, кои се предвидени за следеше на хоризонтално поместување, предвидено е и следење и на вертикалните померања. Самата микротригонометриска мрежа служи како појдовна за вертикалните померања.

## **6.0 Сеизмичка оскултација**

### ***6.1. Сеизмичко набљудување согласно важечкиот правилник за технички нормативи за сеизмичко набљудување на високи брани***

Согласно Правилникот за технички нормативи за сеизмичко набљудување на големи или високите брани пропишани се технички нормативи за следење на индукуваната сеизмичност и собирање податоци за динамичкото однесување на телото на големи или високите брани, на темелите и земјиштето за време на дејство на јаки земјотреси, како и технички нормативи за вградување и одржување на сеизмичка инструментација. Цо сеизмичката оскултација на високите брани би требало да се дефинира:

- сеизмичката активност на подрачјето со лоцирање на епицентрите на земјотресите и нивната длабочина
- основните параметри на земјотресите: магнитуда, фреквентни карактеристики
- да се предвиди настанувањето на земјотреси во иднина

- да се обезбедат податоци за динамичкото однесување на телото на браната за да се утврди нејзината функционалност веднаш по настанување на земјотресот
- да се овозможи верификација на проектните параметри со вистинското однесување на телото на браната при дејство на земјотреси

Сеизмичкото набљудување за следење на индукуваната сеизмичност е систем за регистрирање на сеизмичката активност на регионот што се јавува како последица на формирањето на водената акумулација и потребно да се следи кај брани со градежна височина поголема од 40 м. Сеизмолошката станица за следење на индукуваната сеизмичност треба да има: **сеизмометри, приемник на точно време, регистратор на временски истории и уред за репродукција и анализа на записите со регистраторот.** Сеизмометрите за регистрирање на брзината на поместувањето на земјиштето се краткопериодични станици за регистрирање на земјотреси со магнитуда поголема од 1, а помала од 4. Приемникот на точно време обезбедува прием на сигнали или кодиран сигнал и содржи податоци за датум, час, минута и секунда. Сигналот за точно време е заеднички за сите сеизмометри. Регистраторот на временски истории треба да обезбедува континуиран запис во траење најмалку од 24 часа. Регистрирањето овозможува трајно користење на записите на временските истории и регистрирање на податокот за точно време на почетокот и крајот на записот. Уредот за репродукција и анализа на записите со регистраторот треба да овозможи визуелна интерпретација на записот, прелиминарна обработка и проценка на времето.

Според Правилникот за технички нормативи за сеизмичко набљудување на високи брани, сеизмолошката станица треба да ги има следниве технички карактеристики:

- Динамички опсег со магнитуда од 1 до 4;
- Фреквентен опсег од 0.05 до 20 Хз;
- Стандарден систем за регистрирање точно време;
- Регистратор со 24-часовен континуиран запис на сеизмичката активност;
- Медиум за регистрирање кој ќе ОВОЗМОЖИ сигурна, точна и едноставна репродукција на записите.

Сеизмичкото набљудување на индуцираната сеизмичност треба да почне 2 години пред полнењето на акумулацијата и да продолжи уште 5 години по полнењето на акумулацијата. Воедно се зема во предвид и фактот дека индуцираната сеизмичност е зголемена сеизмичка активност поради дистрибуцијата на напрегањата во земјината внатрешност при полнењето на акумулацијата како дополнителен товар на почвата.

Освен индуцираната сеизмичност, потребно е да се обезбеди сеизмички мониторинг на динамичкото однесување на браната, фундаментите и тлото при дејство на силни земјотреси. Истото треба да се следи од почетокот на полнење на акумулацијата до крајот на нејзиното постоење.

За утврдување на динамичкото однесување на браната, фундаментите и тлото при дејство на силни земјотреси треба да се постават триаксијални акцелографи (или еквивалентни), кои претставуваат регистратори на забрзувањето. Согласно Правилникот, за новото хидројаловиште на рудникот

"Сага" потребно е да се предвидат 2 акцелографи чија што локација и меѓусебна функционална зависност не треба да биде предмет на посебно експериментално-аналитичко истражување туку на искусно предвидување и одредување ( *едниот во круната на изградената брана, а вториот сеизмички акцелограф на левиот бок возводно од браната, од страната на заедничката мерна станица или мерна куќичка*).

Акцелографите како инструменти за регистрирање на одговорот на земјштитето, темелот и телото на браната, треба да имаат трокомпонентен регистратор на временските истории на забрзувањето, сензори на забрзувањето и сеизмички starter. Технички карактеристики кои треба да ги поседува трокомпонентниот регистратор на временските истории на забрзувањето се следниве:

- Брзина на регистрирање на сите спектрални компоненти од 0.10 Хз до 33 Хз
- Точност на референтниот сигнал на временската оска +0.2%
- Минимална резолуција од 1:55
- Медиум на регистрирање кој дава можност за активирање

Сензорите на забрзувањето треба да ги имаат следниве технички карактеристики:

- Динамички опсег од -1,0 г до +2.0 г со минимална резолуција од 1:100
- Фреквентен опсег од 0.10 Хз до 33.0 Хз
- Најмало пригушување 55 % од критичното пригушување
- Попречна осетливост помала под 3 % од аксијалната осетливост на сензорот

Сеизмичкиот starter треба да ги поседува следниве карактеристики:

- Правец на осетливост во вертикален или во сите три ортогонални правци
- Ниво на активирање од 0.005 г до 0.01 г со можност за континуирано приспособување
- Фреквентен опсег од 1.0 Хз до 10.0 Хз

Бо телото на браната потребно е да се постават инструменти-акцелографи за регистрирање на динамичкиот одговор на телото на браната. Прелиминарно се смета 1 акцелограф да се постават на круната и еден на левиот брег од коритото на реката како што е прикажано на Прилогот бр. .

Согласно Правилникот, вториот акцелограф, би требало да се предвиди и локација за регистрирање на движењето на тлото кое го предизвикува динамичкото однесување на објектот. Локацијата на овој акцелограф би требало да биде на основна карпа во непосредна близина на браната и поширокиот регион.

## **6.2. Поставување и одржување на инструментите за сеизмичка оскултација**

Согласно Правилникот за технички нормативи за сеизмичко набљудување на високите брани пропишани се условите за поставување на инструментите за регистрирање на одговорот на земјштитето, темелот и телото на браната при дејство на јаки земјотреси:

- Поставување и изработка на темел за вградување на сеизмичките инструменти;
- Довод на електрична струја за напојување на инструментите и осветление;
- Обезбедување на инструментите од можни механички оштетувања.

Инсталацијата и техничкото одржување зависи од видот на опремата, така да треба да биде пропишано од страна на понудувачот или производителот на опремата. Потребно е да се вршат редовни месечни контроли за да се проверат условите на локациите на инструментите и состојбата на инсталациите. Производителите на опремата пропишуваат квартални или полугодишни контроли, како тестови на оперативната состојба на инструментите. Годишната контрола исто така ја пропишуваат производителите на опремата, а ќе однесува на калибрација на инструментите и пресметка на динамичките карактеристики на секој сензор. За собирање, обработка, интерпретирање и архивирање на податоците од сеизмичкиот мониторинг систем потребно е да се ангажира специјализирана фирма.

## **7. Спецификација на материјалите и инструментите за техничко набљудување**

**Опрема за инструментална, сеизмичка и геодетска оскултација хидројаловиштето "Тополница":**

### *1. Мерни инструменти за инструментална оскултација со потребна опрема*

1.1	Инклинометарски обложни цевки со должина од 3 м и ф 70 мм	Според Прилогот и спецификација
1.2	Телескопски спреги	Според Прилогот
1.3	Магнет за ф 70 мм обложна цевка	Според Прилогот
1.4	Заштитна капа за дното на инклинометарот	Според Прилогот и спецификација
1.5	Заштитна капа за долна и горна површина на дупнатината	Според Прилогот и спецификација
1.6	Дигитален инклинометарски систем со биаксијална сонди, кабел и целокупна опрема	2ц1 00 м'
1.7	Дигитален инклинометарски систем со биаксијална сонда, кабел и целокупна опрема	2ц50 м'

1.8	Магнетна сонда за следење на слегнувањата	2x100м'
1.9	Магнетна сонда за следење на слегнувањата	2ц50 м'
1.10	Сондажен адаптер за инклинометарската облога	Според Прилогот и спецификација
1.11	Лиценциран софтверски пакет ин-ситу за следење на податоците од инклинометрите	1
1.12	пух-ин мерни ќелии со вибрирачка жица во комбинација со пиезометар со оперативен опсег: ќелија до 20 бари и пиезометар до 10 бари	Според Прилогот и спецификација
1.13	пух-ин мерни ќелии со вибрирачка жица во комбинација со пиезометар со оперативен опсег: ќелија до 20 бари и пиезометар до 5 бари	Според Прилогот и спецификација
1.14	пух-ин мерни ќелии со вибрирачка жица во комбинација со пиезометар со оперативен опсег: ќелија до 10 бари и пиезометар до 3 бари	Според Прилогот и спецификација
1.15	Двожилен кабел од мерните ќелии до терминалната единица	ска. 650 м'
1.16	Потребен материјал и прибор за поврзување, изолација и идентификација на каблите	количина наведена од понудувачот
1.17	Терминална единица	Според Прилогот
1.18	Портабл, дигитален мерач (реадоут логгер) со батериско полнење за сите уреди со вибрирачка жица, мануел и сертификат за калибрација	1 парче
1.19	Нотебоок за пренос и архивирање на податоците	1 парче
1.20	Заштитна монтажна куќичка за терминалните единици	Според Прилогот и спецификација

1.21	Изведба на х- дупнатини со ф 70(100) мм за поставување на инклинометри со длабочина до 40 м'	80+80м'
1.22	Изведба на х- дупнатини со ф 70(100) мм за поставување на инклинометри со длабочина до 65 м'	130+130м'
1.23	Изведба на дупнатини со ф > 200 мм цо исплака за поставување на пух-ин мерни ќелии со вибрирачка жица	должина наведена од понудувачот, зависно од можноста за вградување повеќе инструменти во една дупнатина

2. Филтрациони појави следени со мерење на нивото и температурата на водата во постоечката пиезометарска мрежа и новопредвидените пиезометри

2.1	Набавка и вградување на филтерски засип во пиезометрите (кварцен песок со гранулација 04-8 мм) и глинен тампон	м <sup>3</sup>
2.2	Пластична мрежа за филтри 1ц1 мм цо квадратни отвори	м <sup>2</sup>
2.3	Поцинкувана жица со дебелина од 3 мм	м'
2.4	Прочистување на пиезометрите во времетраење од минимум 5 часа	
2.5	Изработка на заштитни бетонски столбчиња на пиезометрите (0.6ц0.6ц0.5 т), заштита, осигурување и обележување на бетонот и цевката	

3. Мерење на хидролошки и климатолошки појави

Хидролошка станица на река Тополница пред вливот во акумулацијата - ЦЦ1		
3.1	Детално геодетско снимање на профилот и изработка на проект	
3.2	Изградба на бетонски праг за стабилизација на речното корито	1
3.3	Лимниграф (островски тип) за мерење на нивото на водата во коритото на реката пред вливот во акумулацијата	1



3.4	Изградба на лимниграфски заклон (куќичка) со потребна опрема, според проектна документација	1
3.5	Контролни водомерни летви	7 парчиња
3.6	Детално геодетско снимање на профилот и изработка на проект	
3.7	Изградба на бетонски праг за стабилизација на речното корито	1
3.8	Лимниграф (островски тип) за мерење на нивото на водата во коритото на реката низводно од акумулацијата	1
3.9	Изградба на лимниграфски заклон (куќичка) со потребна опрема, според проектна документација	1
3.10	Сензори за осцилации нивото, температурата или мултипараметриски сензор за нивото и квалитетот на водата со можност за трансмисија на податоците до центарот	

4. Сеизмичка оскултација - мрежа од 2 локални акцелографи за регистрирање на силни земјотреси

4.1	Акцелограф со мерен домен ±2 г	1 парче
4.2	Акцелограф со мерен домен +1 г	1 парче
4.3	Кабли за меѓусебно поврзување на акцелографите	сса. 500м'

**Карактеристики на сензорот:** Триаксијален ортогонален акцелерометар; Сопствена фреквенција 50 Хз; Коефициент на придушување 0.55-0.70 од критично; Фреквентен појас: 0-50 Хз; Работна температура: 25°С до +65°С; Влажност до 100%

Останатите карактеристики на акцелографите ќе бидат одредени од страна на понудувачот на опремата.

## 7. Констатации, заклучоци и препораки

*Врз основа на изготвениот Проект за техничко набљудување-оскултација на новото хидројаловиште на рудникот "Сапа" според постојните законски легислативи и норми може да се изведат следниве констатации, заклучоци и препораки:*

\* *Во склоп на Проектот се опфатени сите потребни активности за комплетно дефинирање на визуелната, геодетската, инструменталната и сеизмичката оскултација според важечките законски прописи како за висока брана под посебна контрола;*

\* *Типот и начинот на вградување на инструментите предвидени за инструментална и сеизмичка оскултација треба да бидат прецизно дефинирани од страна на понудувачот на опремата, додека граничните големини за мерните величини ќе се определуваат за моменталната состојба на хидројаловиштето и акумулацијата;*

\* *При понатамошна експлоатација и доизграденост на хидројаловиштето би требало да се анализира напонско-деформабилната состојба со реални геомеханички параметри, динамика на градење и степен на консолидација, додека провирната линија би била дефинирана врз основа на читањата од постоечката пиезометарска мрежа;*

\* *Инвеститорот е должен да формира екипа и да води дневници во кои ќе ги евидентира резултатите од техничкото набљудување на хидројаловиштето согласно временскиот план на набљудување;*

\* *Цо оглед на тоа што во сегашни услови се мерат количините на вода кои истекуваат од дренажите и колекторот заедно, потребно е издвоено следење на количините на вода од колекторот.*

\* *Количината на мерни инструменти за порни и тотални притисоци и инклинометри изнесува (8+8+8) од кои 4 инклинометри на сите предвидени*

*профили и тоа 4 на 920 мнв и по 2 на 935 мнв и 2 на 940 мнв, а истото се однесува и за мерните инструменти за порни и тотални притисоци (8+8) во распоред 4 на на 920 мнв и по 2 на 935 мнв и 2 на 940 мнв.*

*\* Количината на мерните инструменти-пиезометри вкупно изнесува 25, од кои 6 на круната од браната, 9 по боковите од јаловината-песокот во возводниот дел од хидројаловиштето и 10 во самото тело на браната, во ножиците на возводниот дел од хидројаловиштето.*

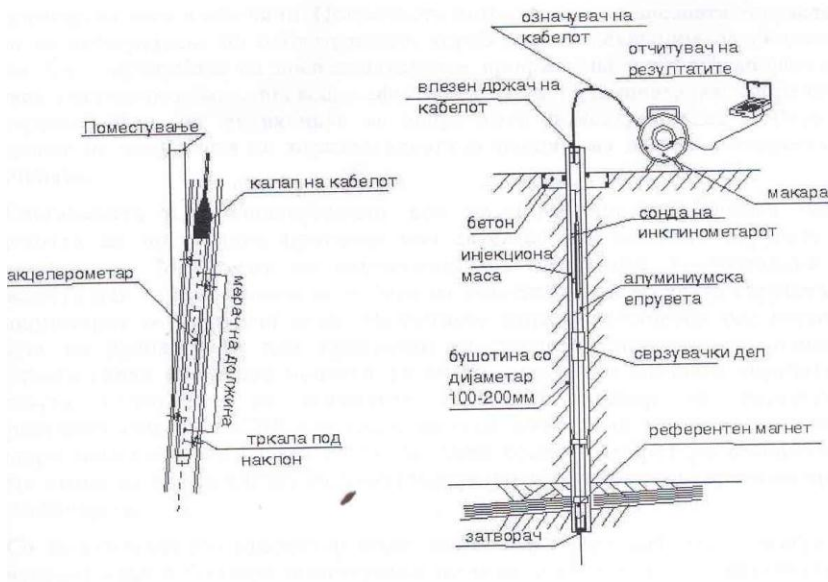
*\* Тригонометриската мрежа за геодетско снимање со мерни инструменти ќе се обезбедува со 4 стари мерни места, кои треба да се преместат или префлат на повисоки коти од сегашните во низводниот дел од браната во таложното езеро, и 4 нови мерни места на карпестиот дел од возводната страна на хидројаловиштето.*

*\* Сеизмичкото набљудување ќе се врши со 2 сеизмички акцелографи поставени едниот во круната од изградената брана и вториот во карпестиот дел во возводниот бок од хидројаловиштето од страната на заедничката мерна станица или мерна куќичка за разни мерења.*

*\* Заедничката мерна станица или мерна куќичка ќе биде лоцирана на левата страна на возводниот дел од хидројаловиштето и ќе се користи за: хидролошка станица, метеоролошка станица, сеизмичка станица и за други мерења кои ќе бидат наметнати со ситуацијата на хидројаловиштето.*

# ***ПРИЛОЗИ***

# ПРИЛОГ: ПИЕЗОМЕТРИ И ИНКЛИНОМЕТРИ







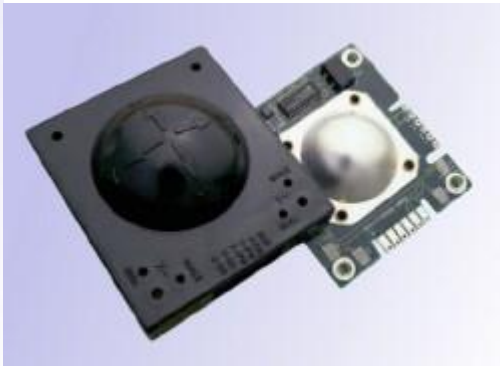
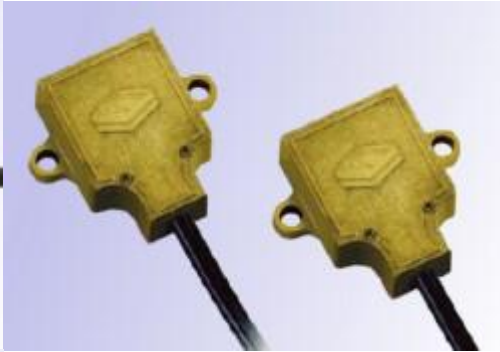
**RSF Elektronik**

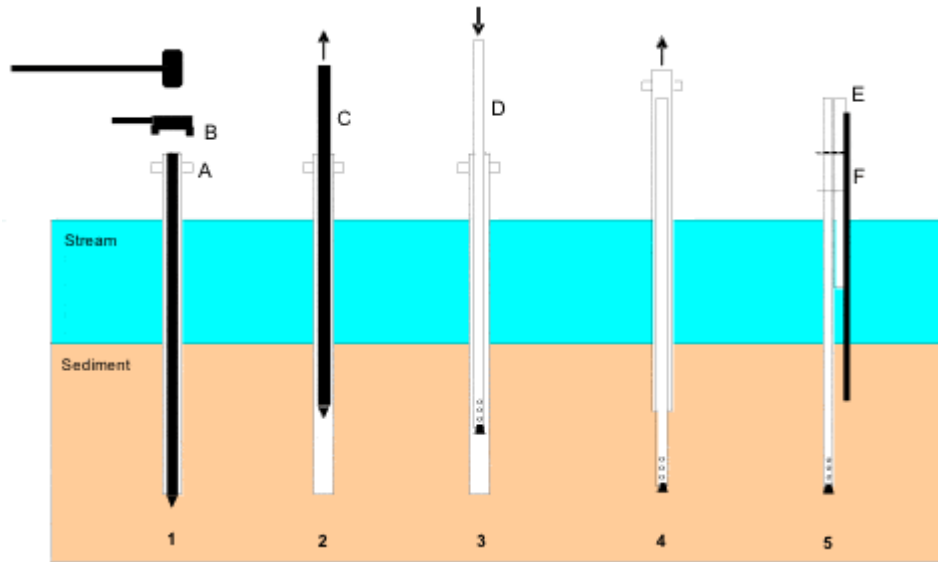
Elektronische Längenmess-Systeme - Linear Encoder

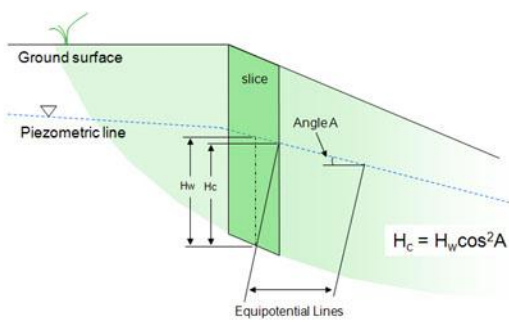
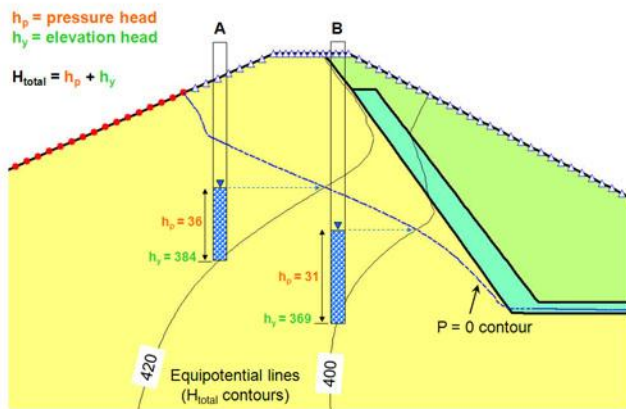


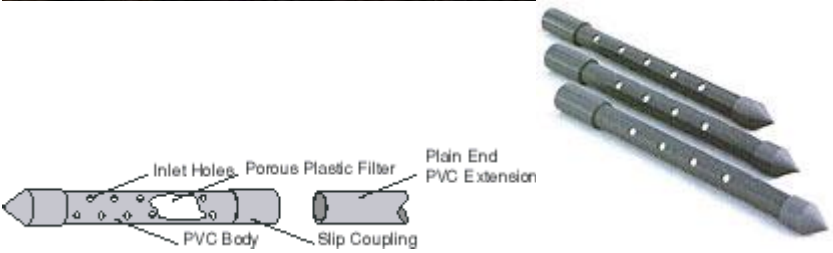


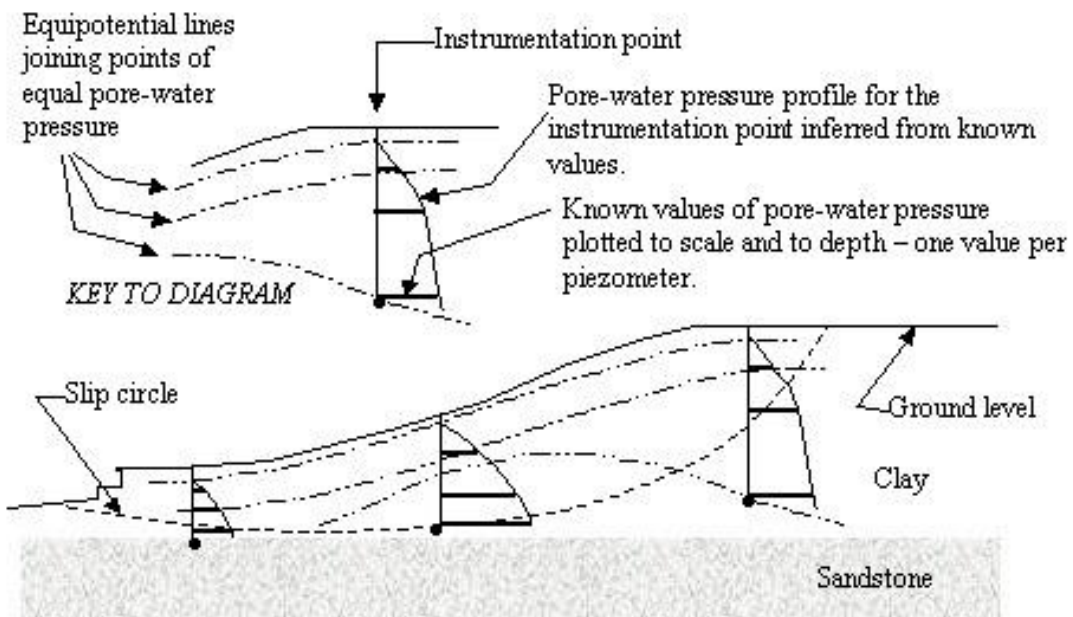












### Paired Piezometer Installation (Lewis Springs Site)

