



OÜ Eesti Geoloogiakeskus  
HÜDROGEOLOOGIA OSAKOND

Katrin Erg

EGK hüdrogeoloogiliste tööde  
tegevusluba KHY000014

**SULFAATIDE SISALDUSE OLULISE JA PÜSIVA  
KASVUSUUNDUMUSE PÕHJUSTE VÄLJASELGITAMINE  
PUURKAEVUS PRK0003648 JA SALVKAEVUS PRK0019028**

Juhatuse liige

Aivar Pajupuu

Tallinn 2016

## Sisukord

Sissejuhatus .....	3
1. Puurkaevu PKR0003648 vee sulfaatide sisaldus .....	4
2. Salvkaevu PRK0019028 vee sulfaatide sisaldus .....	8
Tulemus .....	10
Lisad .....	12

## Tabelid

Tabel 1. Puurkaevude veest määratud sulfaatide sisaldused .....	4
Tabel 2. Salvkaevu veest ja Liimala küla allikast määratud sulfaatide sisaldused .....	8

## Joonised

Joonis 1. Puurkaevu PRK0003648 ja sama põhjaveekihti avavate puurkaevude asukohad .....	4
Joonis 2. Puurkaevu PRK0003648 vee sulfaatide, kaltsiumi ja magneesiumi sisalduse muutus aastatel 1983–2016 .....	5
Joonis 3. Sulfaatide sisalduse muutused puurkaevus PRK0003648 sügisperioodidel koos trendijoonega aastatel 1984–2016 .....	5
Joonis 4. Sulfaatide sisalduse muutused puurkaevus PRK0003648 kevadperioodidel koos trendijoonega aastatel 1983–1995 .....	5
Joonis 5. Kaltsiumi ja magneesiumi korrelatsioon sulfaatidega .....	6
Joonis 6. Puurkaevu PRK0003648 vee HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Ca-Na-Mg-tüüp .....	6
Joonis 7. Sulfaatide sisalduse ja veetaseme muutus aastatel 1983–2016 puurkaevus PRK0003648 .....	7
Joonis 8. Salvkaevu PRK0019028 ja allika asukohaskeem .....	8
Joonis 9. Salvkaevu PRK0019028 vee sulfaatide, kaltsiumi ja magneesiumi sisalduse muutus aastatel 1983–2016 .....	9
Joonis 10. Veetasemete maksimaalsete, keskmiste ja minimaalsete abs kõrguste ning sulfaatide sisalduse muutused salvkaevus PRK0019028 sügisperioodil koos trendijoonega aastatel 1965–2016 .....	9
Joonis 11. Salvkaevu PRK0019028 vee HCO <sub>3</sub> -Cl-Ca-Mg-Na-tüüp .....	10
Joonis 12. Sulfaatide sisalduse ja veetaseme muutus aastatel 1983–2016 salvkaevus PRK0019028 .....	10

## Lisad

Lisa 1. PRK0003648 keemiliste näitajate ja veetaseme algandmed .....	13
Lisa 2. Puurkaevu videouuringu protokoll .....	14
Lisa 3. Puurkaevu kat nr 3648 kavernomeetria, gamma-karotaaži ja voolukiiruse tulemuste graafik .....	16
Lisa 4. Vee analüüsi tulemused (1) .....	17
Lisa 5. Vee analüüsi tulemused (2) .....	18
Lisa 6. PRK0019028 keemiliste näitajate ja veetaseme algandmed .....	19
Lisa 7. Salvkaevu videouuringu protokoll .....	21

## Sissejuhatus

Keskkonnaamet tellis OÜ Eesti Geoloogiakeskusele uuringu, mis käsitleb sulfaatide sisalduse olulise ja püsiva kasvusuundumuse põhjuste väljaselgitamist puurkaevus PRK0003648 ja salvkaevus PRK0019028.

Uuringu eesmärk on välja selgitada, mis on põhjustanud või põhjustab jätkuvalt sulfaatide sisalduse olulist ja püsivat kasvusuundumust ning kirjeldada kõrgeenenud kontsentratsioonide tekkimise protsessi, arvestades eelpool nimetatud kaevudes läbiviidud videouuringute tulemusi.

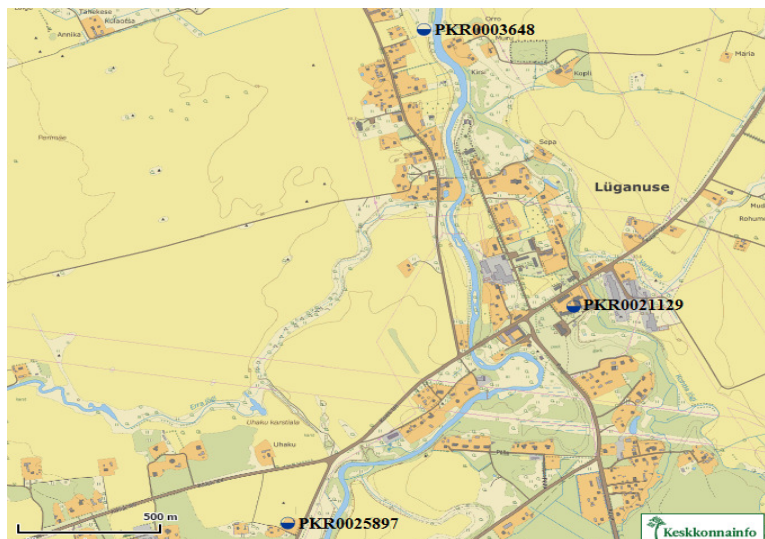
Uuringu läbiviimiseks võeti mõlemast kaevust veeproovid sulfaatide sisalduse määramiseks. Lisaks võeti ümbruskonnas olevatest Ordoviitsiumi Ida-Viru põhjaveekogumit avavatest kaevudest sulfaatide analüüsid. Uuringu käigus kasutati ka mõlema kaevu seireandmeid [http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2089&Itemid=402](http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=2089&Itemid=402).

15. novembril 2016 võeti (EGK, M. Lelgus, atesteeritud proovivõtja tunnistus 1327/15) puurkaevust PRK0003648 ja lähiümbruse puurkaevudest PRK0021129 ja PRK0025897 ning salvkaevust PRK0019028 ja Liimala küla allikast veeproov sulfaatide sisalduse määramiseks. Sulfaatide sisalduse analüüs tehti Eesti Geoloogiakeskuse laboris (akrediteerimistunnistus L093). Analüüside tulemused on esitatud tabelis 1 ja 2 ning lisadel 4 ja 5. Aruande teksti korrigeeris Kaja Zavitskaja.

Sulfaatide sisalduse olulise ja püsiva kasvusuundumuste uuringu käigus teostas OÜ BalRock mõlema kaevu videouuringu, mille protokollid on esitatud lisadel 2 ja 7.

## 1. Puurkaevu PKR0003648 vee sulfaatide sisaldus

Uuritav puurkaev PKR0003648 asub Ida-Viru maakonnas Lüganuse vallas Lüganuse alevikus (kinnistu kat 43701:004:0052). Lisaks võeti veeproovid puurkaevudest PKR0021129 (kinnistu kat nr 43701:004:0690) ja PRK0025897 (kinnistu kat nr 43701:004:0123). Puurkaevude asukohad on esitatud joonisel 1.



Joonis 1. Puurkaevu PRK0003648 ja sama põhjaveekihti avavate puurkaevude asukohad

Keskkonnaregistri andmetel on puurkaevu PKR0003648 sügavus 14,13 m, avades Ordoviitsiumi Lasnamäe–Kunda ( $O_2ls-O_{2-1kn}$ ) põhjaveekihti. Võrdluseks võetud puurkaevude PRK0021129 ja PRK0025897 sügavus on vastavalt 21 m [Ordoviitsiumi Kunda–Aseri ( $O_{2-1kn}-O_{2as}$ ) põhjaveekiht] ja 25 m [Ordoviitsiumi Lasnamäe–Kunda ( $O_2ls-O_{2-1kn}$ ) põhjaveekiht]. Kõigist puurkaevudest võeti veeproov sulfaatide määramiseks. Andmed on esitatud tabelis 1 ja lisadel 4 ja 5. Tabelist on näha, et tarbitavas vees on sulfaatide sisaldus väiksem kui põhjavee riiklikus seires olevas suhteliselt seisva veega puurkaevus.

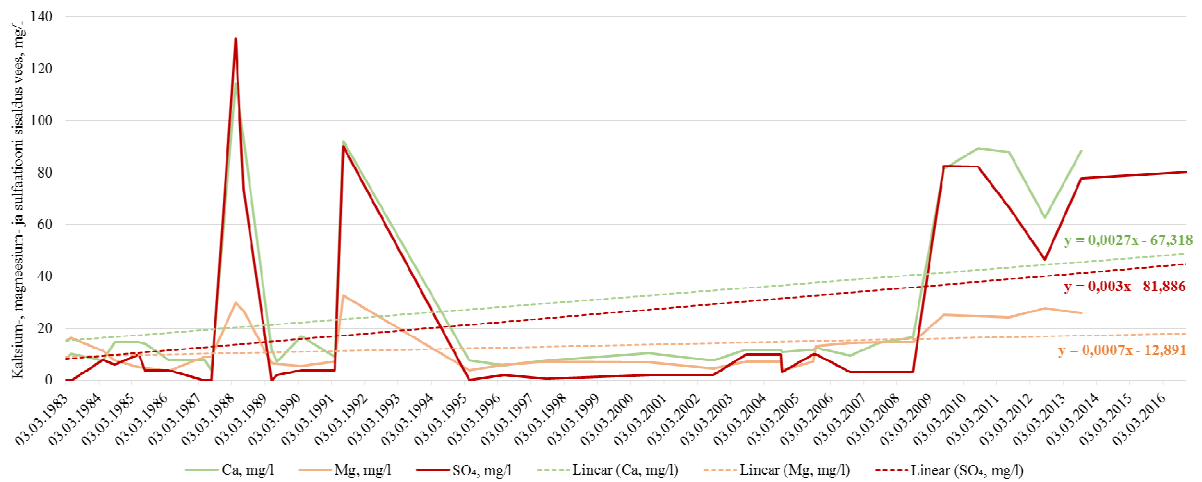
Purtse jõe lähemates puurkaevudes on sulfaatide sisaldus kõrgem, sest kaevandustest vee juhtimisega suunatakse jõkke kõrgema sulfaatide sisaldusega vett. Kuna Purtse jõgi on olnud aastaid kaevandusvett ärajuhtiv vooluveekogu, siis tõenäoliselt on ka jõe setete sulfaatide sisaldus kõrgem ning veetaseme tõusuga jões tungib jõevesi ka lähimatesse puurkaevudesse. Purtse jõest kaugemal asuvates puurkaevudes on sulfaatide sisaldus madal (tabel 1). Töötavate kaevanduste sulgemisel ja uute avamisest hoidumisel väheneb sulfaatide kontsentratsioon Purtse jões. Sulfaatide sisaldus võib kujuneda probleemiks veevaesel aastal ning absoluutse miinimumvooluhulga tingimustes<sup>1</sup>.

Tabel 1. Puurkaevude veest määratud sulfaatide sisaldused

Puurkaev	Asukoht	Sügavus, m	Põhjaveekiht	Sulfaatide sisaldus, mg/l	Kaugus Purtse jõest, m	Märkus
PKR0003648	Lüganuse tee 26	14,13	$O_2ls-O_{2-1kn}$	80,2	23	Seire puurkaev
PRK0021129	Kiviõli tee 21	21	$O_{2-1kn}-O_{2as}$	<3,3	328	Tarbekaev
PRK0025897	Männiku tee 2	25	$O_2ls-O_{2-1kn}$	66,3	139	Tarbekaev

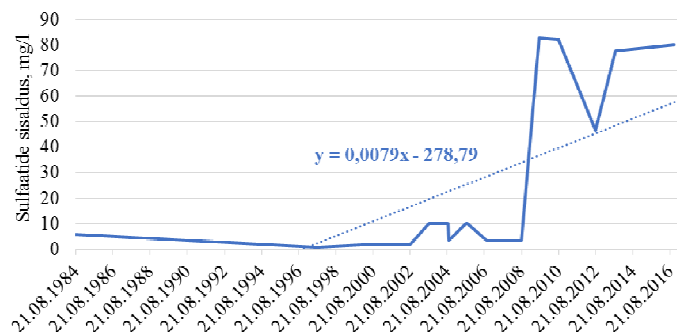
<sup>1</sup> Tamm, I. 2008. Purtse jõe põhjasetete ohtlike ainete uuring Purtse jõe majandamise kavaks.

Puurkaevu vee sulfaatide sisaldust võrreldi kaltsiumi ja magneesiumi käitumisega ajas (joonis 2). Joonisel 2 on näha, et sulfaatide sisaldus on tõusva trendiga.



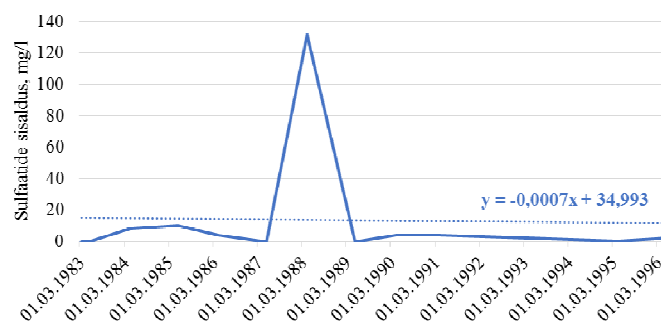
Joonis 2. Puurkaevu PRK0003648 vee sulfaatide, kaltsiumi ja magneesiumi sisalduse muutus aastatel 1983–2016

Joonisel 2 on kasutatud kõiki sulfaatide sisalduse tulemusi, st veeproove on võetud nii kevad-suvisel kui sügisel perioodil. Kui vaadata ainult sügisperioodil (suurem andmevalim) võetud veeproovide tulemusi, siis on sulfaatide sisaldus puurkaevu vees pikaajalises skaalas samuti tõusva trendiga (joonis 3, lisa 1).



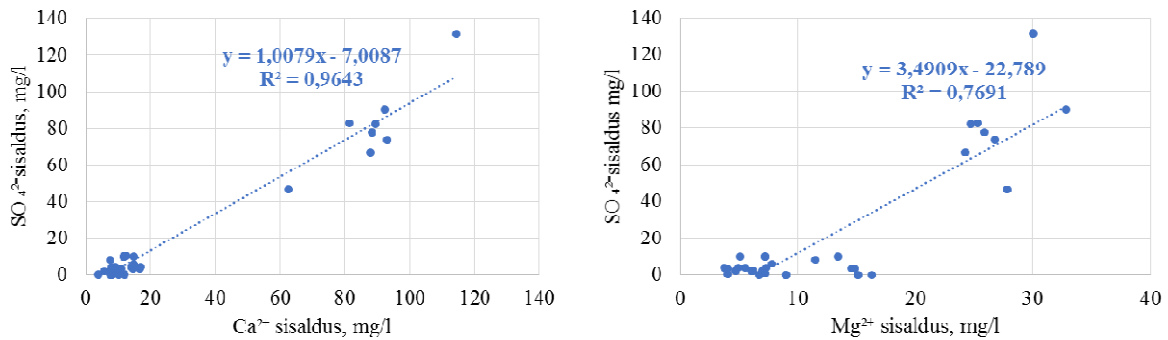
Joonis 3. Sulfaatide sisalduse muutused puurkaevus PRK0003648 sügisperioodidel koos trendijoonega aastatel 1984–2016

Väiksema andmevalikuga kevadel (märts, aprill, mai) võetud veeproovide sisaldus näitab sulfaatide väikest langustrendi ajas (joonis 4).



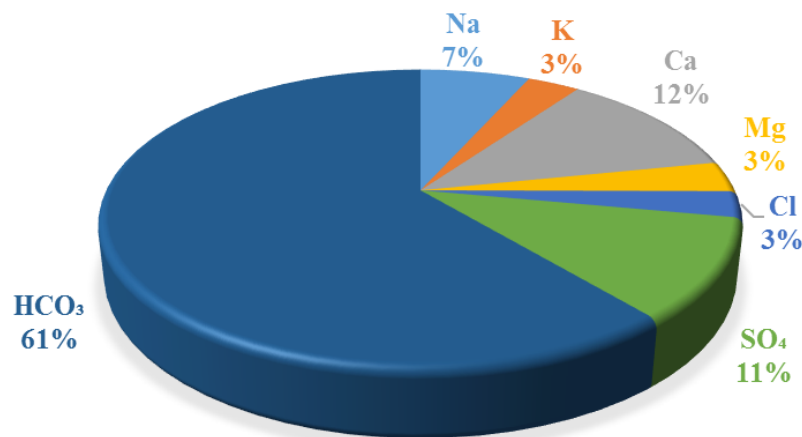
Joonis 4. Sulfaatide sisalduse muutused puurkaevus PRK0003648 kevadperioodidel koos trendijoonega aastatel 1983–1995

Kaltsiumi ja sulfaatide ning magneesiumi ja sulfaatide sisalduse vahel on väga hea korrelatsioon, mida näitab ka  $R^2$  väärtus (vastavalt 0,96 ja 0,77) joonisel 5.



Joonis 5. Kaltsiumi ja magneesiumi korrelatsioon sulfaatidega

Puurkaevus on  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Na-Mg}$ -tüüpi vesi (joonis 6). Veetüübist ongi näha sulfaatide, kaltsiumi ja magneesiumi omavaheline seos.



Joonis 6. Puurkaevu PRK0003648 vee  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Na-Mg}$ -tüüp

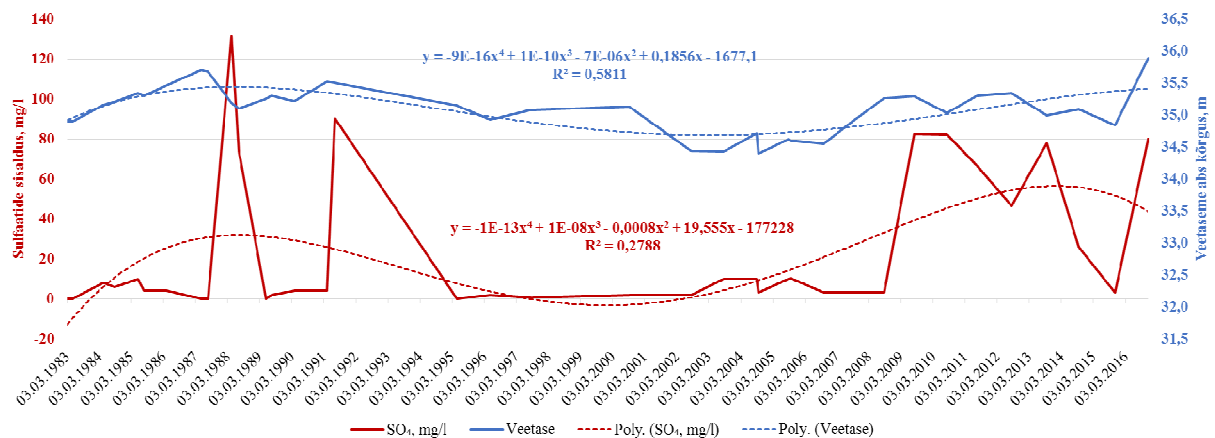
PRK0003648 on vee keemilise koostise seires olnud aastatel 1983–2013 ja veetaseme seires kuni 2016. aastani. Kuna seire on toimunud pikaajaliselt, siis suhteliselt suure ja kõikuva andmemassiivi puhul on kasutatud polünoomtrendi, mis tähistab andmete suundumust ehk muutuste üldistust. Joonisel 7 on sulfaatiooni ja veetaseme vahelise seose illustreerimiseks esitatud polünoomjärjestuse 4 trendijoon. Polünoom arvutab väiksemaid punkte läbivad ruutväärtused järgmise võrrandi abil:

$$y = c_4x^4 + c_3x^3 + c_2x^2 + c_1x + b,$$

kus  $b$  ja  $c_1 \dots c_4$  on konstandid.

$R^2$ -väärtus on järjestuse 4 veetaseme polünoomtrendijoonel 0,6 ja sulfaatidele 0,3, mis näitab joonete sobivust andmetega. Polünoomtrendijoonel alusel on võimalik väita, et veetaseme tõusul suureneb sulfaatide sisaldus.

Sulfaatiderikas põhjavesi tungib puurkaevu lubjakivikihi horisontaalsetest lõhedest. Oma osa põhjavee rikastumisel sulfaatidega on ka veetaseme alanemisest tingitud aeratsioonivöö suurenemisel, kus redoksprotsesside käigus mikrobioloogiline aktiivsus tõuseb, kuna bakterid võtavad otseselt osa keemilistest reaktsioonidest. Väävlibakterite (*Thiobacillaceae* sugukonda kuuluvad) elutegevuses toimub vesiniksulfiidi, elementaarse väävli ja tiosulfaatide oksüdeerimine sulfaatideks. Veetaseme tõusul väävlibakterite elutegevuse produktid satuvad põhjavette ning selle tulemusena suureneb ka sulfaatide sisaldus põhjavees. Oluline sulfaatide allikas puurkaevu vees on ka Purtse jõe setetes olev või jõkke suunatav sulfaatiderikas vesi jõe miinimumvooluhulga ajal.



Joonis 7. Sulfaatide sisalduse ja veetaseme muutus aastatel 1983–2016 puurkaevus PRK0003648

Seoses sulfaatide sisalduse väljaselgitamisega tegi ettevõtte BalRock puurkaevus PRK0003648 videouuringu. Uuringu käigus selgus, et alates sügavusest 14,3 m on puurkaev blokeeritud takistusega, mis on kaetud settega. Tegemist võib olla paisunud savika kihiga või alla kukkunud kõrvalise esemega. Puurkaevu mantelrorude ja toruliidete seisukord on hea, torud on keskmiselt korrodeerunud. Sügavusel 14,3 m asuva takistuse tõttu ei ole puurkaevu töötava osa seisukord teada, kaevus võib esineda alla kukkunud esemeid. Sügavuses 13,5–14,3 m on näha lõheline lubjakivi, puurkaevu sein on selles ulatuses puhas (Lisa 2). Soovitav on eemaldada puurkaevust takistus ja teostada puhastuspumpamine.

17. septembril 2013. aastal tehtud geofüüsikaline uuring näitas, et puurkaev on puurimisaegsest (23 m) 8,9 m madalam. Puurkaevu mantelтору on keskkonnaregistris kirjas oleva 14 m asemel 2,4 m lühem, ehk 11,6 m. Puurkaevus tehtud kavernomeetria näitas puuraugu diameetri muutusi 4,2 m ja alates 7,6 m sügavamale kuni 11,6 m, kus mantelтору lõppes. Loodusliku gammakiirgusega määrati kivimikihtide piire. Lisa 3 esitatud läbilõikes on näha, et lubjakivid algavad puuritud 13 m asemel hoopis alates 7,5 m. Lisaks hinnati puurkaevus voolukiiruse mõõtmisega võimalikke veerikkaid ja –vaeseid intervale. Mõõtmisi tehti nii staatilises kui dünaamilises režiimis. Staatilises režiimis tehtud mõõtmised ei andnud tulemust. Dünaamilises režiimis ehk kaevust vett välja pumbates tehtud mõõtmised näitasid vee sissevoolu ülemisest kihist (5 m) ja alumisest kihist vahemikus 10–13 m (lisa 3).

## 2. Salvkaevu PRK0019028 vee sulfaatide sisaldus

Uuritav salvkaev PRK0019028 asub Ida-Viru maakonnas Aseri vallas Kõrkkülas (kinnistu kat nr 15401:002:0216). Keskkonnaregistri andmetel on salvkaevu sügavus 3,4 m, maapinna abs kõrgus kaevu juures – 40 m. Salvkaev avab Ordoviitsiumi Lasnamäe–Kunda (O<sub>2</sub>ls-kn) põhjaveekihti (Ordoviitsiumi Ida-Viru põhjaveekogum). Salvkaevu vee sulfaatide sisalduse võrdluseks võeti veeproov ca 2 km ida poole jäävast Liimala küla allikast (kinnistu kat nr 43701:001:0001). Allika abs kõrgus on 43 m. Salvkaevu ja allika asukohad on esitatud joonisel 8.



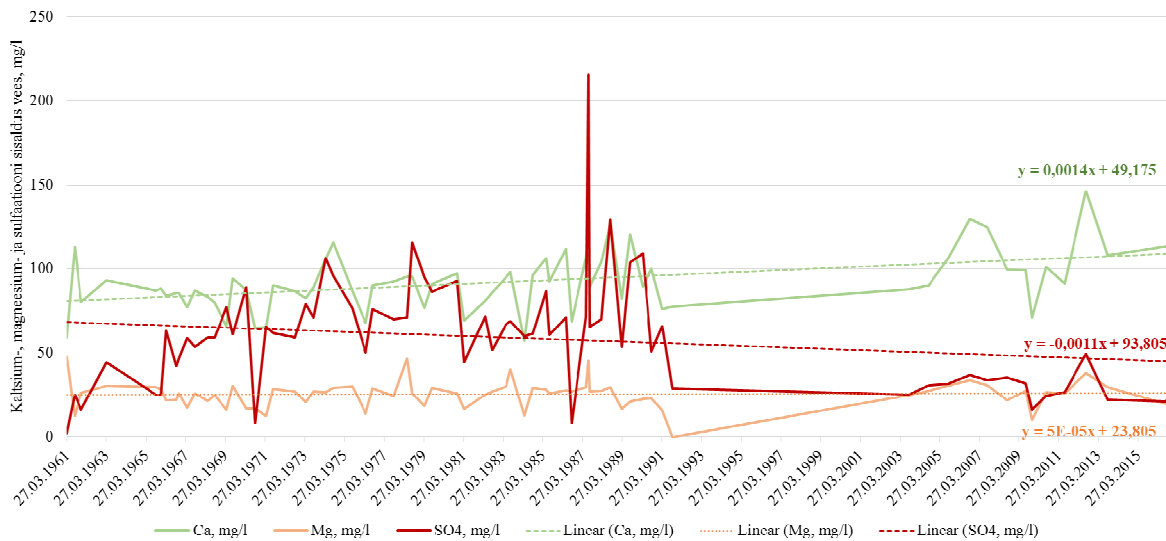
Joonis 8. Salvkaevu PRK0019028 ja allika asukohaskeem

Salvkaevust ja allikast võeti veeproovid sulfaatide sisalduse määramiseks vees. Tulemused on esitatud tabelis 2. Sulfaatide sisaldus salvkaevu vees ja allikas ei erine oluliselt.

Tabel 2. Salvkaevu veest ja Liimala küla allikast määratud sulfaatide sisaldused

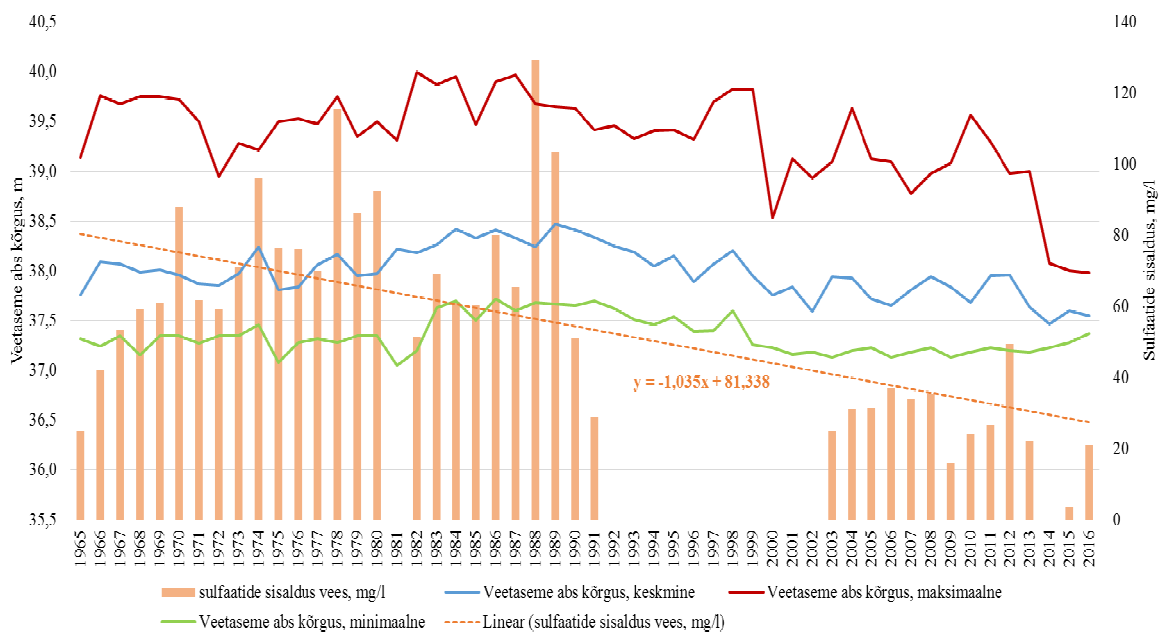
Puurkaev	Asukoht	Sügavus, m	Põhjaveekiht	Sulfaatide sisaldus, mg/l	Märkus
PKR0019028	Kõrkküla	3,4	O <sub>2</sub> ls-kn	25,5	Ei ole kasutuses
Allikas	Liimala küla		O <sub>2</sub> ls-kn	22,6	Allika vett tarbitakse 140 m kaugusel asuvas elamus

Salvkaevu vee sulfaatide sisaldust võrreldi kaltsiumi ja magneesiumi käitumisega ajas (joonis 9). Joonisel 9 on näha, et sulfaatide sisaldus on langeva trendiga. Kuna salvkaevu tungib ka ülimaldala sulfaatide sisaldusega ja kõrgema karbonaatse koostisega pinna- või põhjavett, siis sulfaatide sisaldus ei korreleeru kaltsiumi ja magneesiumiga (joonis 9).



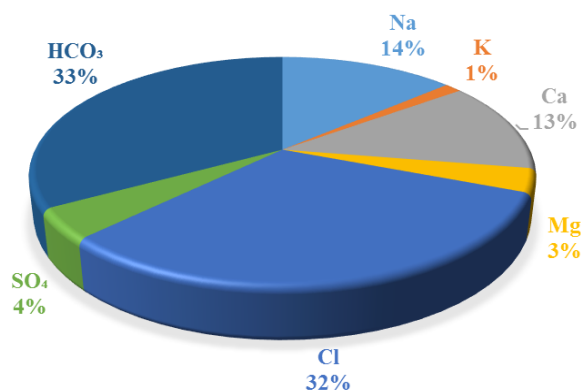
Joonis 9. Salvkaevu PRK0019028 vee sulfaatide, kaltsiumi ja magneesiumi sisalduse muutus aastatel 1983–2016

Sulfaatide sisalduse langevat trendi näitavad ka sügiseste (suurem andmevalim) veeproovide tulemused (joonis 10, lisa 6).



Joonis 10. Veetasemete maksimaalsete, keskmiste ja minimaalsete abs kõrguste ning sulfaatide sisalduse muutused salvkaevus PRK0019028 sügisperioodil koos trendijoonega aastatel 1965–2016

Salvkaevus on  $\text{HCO}_3\text{-Cl-Ca-Mg-Na}$ -tüüpi vesi (joonis 11). Veetüüp näitab, et sulfaatide sisaldus salvkaevu vee ei oma olulist tähtsust vee keemilise koostise kujundamisel. Sulfaatide sisaldus salvkaevus võib olla põhjustatud kas veetaseme tõusul vävlibakterite elutegevuse produktidest põhjavees või maanteelt ja kaevu lähimbruse sissevoolavast pinnaveest.



Joonis 11. Salvkaevu PRK0019028 vee HCO<sub>3</sub>-Cl-Ca-Mg-Na-tüüp

Joonisel 12 on esitatud sulfaatiooni ja veetaseme vahelise seose illustreerimiseks polünoomse järjestuse 3 trendijoon. R<sup>2</sup>-väärtus veetaseme ja sulfaatide trendijoonetele on üle 0,6, mis näitab joonete suhteliselt head sobivust andmetega. Polünoomtrendijooned näitavad veetaseme ja sulfaatide sisalduse muutuses väikest nihet, mis on iseloomulik salvkaevude puhul.



Joonis 12. Sulfaatide sisalduse ja veetaseme muutus aastatel 1983–2016 salvkaevus PRK0019028

Salvkaevust on veetaset mõõdetud üksikudel kordadel juba 1947. aastast alates. Riiklik veetaseme seire algas 1965. aastal. Salvkaev PRK0019028 on vee keemilise koostise seires olnud aastatel 1961–2016.

Seoses sulfaatide sisalduse väljaselgitamisega tegi ettevõtte BalRock salvkaevus PRK0019028 videouuringu. Uuringu käigus selgus, et kaevu seisukord on halb. Salvkaevu vettandvaks osaks on lubjakivisse raiutud auk. Kvaternaarisetted on toetatud üksteisele laotud paekiviplokkidega, mille vuugid ei ole tihedad. Salvkaevu võib tungida pinnavesi, sest kaevu suue ei ole hermeetiline. Salvkaevu põhjas on rohkelt kõrvalisi esemeid (lehed, puutükid, prügi jm).

Videouuringu põhjal soovitab ettevõtte BalRock puhastada kaev kõrvalistest esemetest, põhja teha kruusast või killustikust „padi“. Salvkaevu ümbrus sügavuseni 1,2 m lahti kaevata ja tihendada savilukuga sellisel moel, et pinnavesi valguks kaevust eemale (Lisa 7).

## **Tulemus**

Keskkonnaamet tellimusel tegi OÜ Eesti Geoloogiakeskus uuringu, mis käsitles sulfaatide sisalduse olulise ja püsiva kasvusuundumuse põhjuste väljaselgitamist puurkaevus PRK0003648 ja salvkaevus PRK0019028.

Uuringu eesmärk oli välja selgitada, mis on põhjustanud või põhjustab jätkuvalt sulfaatide sisalduse olulist ja püsivat kasvusuundumust ning kirjeldada kõrgeenenud kontsentratsioonide tekkimise protsessi, arvestades eelpool nimetatud kaevudes läbiviidud videouuringute tulemusi.

PRK0003648 on vee keemilise koostise seires olnud aastatel 1983–2013 ja veetaseme seires kuni 2016. aastani.

Uuringu läbiviimiseks võeti mõlemast kaevust veeproovid sulfaatide sisalduse määramiseks.

Puurkaevu PRK0003648 vees on sulfaatide sisaldus pikaajalises skaalas tõusva trendiga. Sulfaatide sisalduse tõusva trendi põhjuseks võib olla:

1. Veetaseme tõusul väävlibakterite elutegevuse produktide sattumisest põhjavette;
2. Purtse jõkke kaevandustest suunatavast sulfaatiderikkast veest jõe miinimum-vooluhulga ajal.

Videouuringu käigus selgus, et alates sügavusest 14,3 m on puurkaev blokeeritud takistusega, mis on kaetud settega ja ei ole tuvastatav. Tegemist võib olla paisunud savika kihiga või alla kukkunud kõrvalise esemega.

Geofüüsikaline uuring näitas, et puurkaev on puurimisaegsest (23 m) 8,9 m madalam. Puurkaevu manteltoru on keskkonnaregistris kirjas oleva 14 m asemel 2,4 m lühem ehk 11,6 m. Voolukiiruse dünaamilises režiimis ehk kaevust vett väljapumbates tehtud mõõtmised näitasid vee sissevoolu ülemisest (5 m) ja alumisest kihist vahemikus 10–13 m.

**Soovitav on eemaldada puurkaevust takistus ja teostada puhastuspumpamine.**

Salvkaevu PRK0019028 vees on sulfaatide sisaldus pikaajalises skaalas langeva trendiga. Sulfaatide sisaldus salvkaevus võib olla põhjustatud:

1. Veetaseme tõusul väävlibakterite elutegevuse produktide sattumisest põhjavette;
2. Maanteelt ja pinnaselt pinnavee sissevoolamisest kaevu.

Pistelisel on salvkaevu veetaseme mõõdetud juba alates 1947. aastast. Riiklik veetaseme seire algas 1965. aastal. Salvkaev PRK0019028 on vee keemilise koostise seires olnud aastatel 1961–2016.

Videouuringu käigus selgus, et kaevu seisukord on halb. Salvkaevu võib tungida pinnavesi, sest kaevu suue ei ole hermeetiline. Salvkaevu põhjas on rohkelt kõrvalisi esemeid (prügi).

**Salvkaev on soovitatav puhastada kõrvalistest esemetest, põhja teha kruusast või killustikust „padi“. Salvkaevu ümbrus sügavuseni 1,2 m lahti kaevata ja tihendada savilukuga sellisel moel, et pinnavesi valguks kaevust eemale.**

**Lisad**

Lisa 1. PRK0003648 keemiliste näitajate ja veetaseme algandmed

Proovi võtmise kuupäev	Keemilised näitajad, mg/l			Veetaseme abs kõrgus, m
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
03.03.1983	8,20	15,10	0,00	34,90
05.05.1983	10,20	16,30	0,00	34,90
16.04.1984	7,60	11,50	8,00	35,16
21.08.1984	14,80	7,80	6,00	35,20
14.05.1985	14,80	5,10	10,00	35,34
24.07.1985	14,20	4,90	4,00	35,30
08.04.1986	8,00	3,70	4,00	35,46
07.05.1987	8,00	9,00	0,00	35,70
21.07.1987	4,00	9,00	0,00	35,68
14.04.1988	114,40	30,00	131,50	35,19
12.07.1988	93,20	26,80	73,80	35,10
16.05.1989	12,00	6,70	0,00	35,25
12.07.1989	7,20	6,20	2,00	35,30
03.04.1990	17,00	5,50	4,00	35,21
09.04.1991	9,00	7,30	4,00	35,52
09.07.1991	92,20	32,80	90,10	35,50
26.04.1995	7,60	4,00	0,10	35,15
08.05.1996	5,80	6,00	2,00	34,93
19.08.1997	7,80	7,20	0,70	35,08
13.09.2000	10,60	7,00	2,00	35,13
21.08.2002	7,80	4,70	2,00	34,44
18.08.2003	11,80	7,20	10,00	34,43
01.09.2004	11,80	7,20	10,00	34,71
20.09.2004	11,00	4,00	3,30	34,40
25.08.2005	11,80	7,20	10,00	34,62
27.09.2005	12,60	13,40	10,10	34,60
03.10.2006	9,60	14,60	3,30	34,55
14.08.2007	14,60	14,80	3,30	34,89
21.08.2008	16,60	14,80	3,30	35,26
03.08.2009	81,40	25,30	82,70	35,29
10.08.2010	89,40	24,70	82,30	35,03
14.07.2011	87,90	24,30	66,70	35,30
16.08.2012	62,70	27,80	46,50	35,34
17.09.2013	88,40	25,90	77,80	34,99
18.09.2014			26,00	35,09
04.11.2015			3,30	34,84
15.11.2016			80,20	35,89

Lisa 2. Puurkaevu videouuringu protokoll



**Puurkaevu videouuringu protokoll**

Puurkaevu asukoht	Ida-Virumaa Lüganuse vald, Lüganuse alevik
Tellijä	Keskkonnaamet
Videolindistuse aeg	16.11.2016
Videolindistuse tingimused	Nähtavus gaaside ja heljumi tõttu raskendatud, sügavuseni ca 11 m on vees gaase ja kolloidset heljunit, alates 11 m sügavusest savikat halli heljunit
Puurkaevu katastri number	3648
Puurkaevu passi number	267
Puurkaevu sügavus ja konstruktsioon Keskkonnaregistri järgi	sügavus 23 m m/t 127 mm +0,5-13,5 m; manteldamata 112 mm 13,5-23 m
Videouuringu alusel tuvastatud sügavus ja erinevused konstruktsioonis	filmitud sügavus 14,3 m, konstruktsioon selle sügavuseni vastab registriandmetele, takistuse tõttu sügavamale filmimine võimatu. Üle maapinna ulatuva veetaseme tõttu on manteloru pikendatud üle maapinna ca 1,3 m.
Manteloru ühendusviis	keermesliited
Manteloru lekked	Keermed ja manteloru kaetud rauaühenditest kolloidse koorikuga. Toruliidete ja manteloru lekkeid ei tuvastatud. Keermed asuvad sügavustel 4,3 m ja 8,4 m, kaev on toetatud kolme terastoruga, mille läbimõõt on 127 mm.
Manteloru sisepinna seisukord	Torud on keskmiselt korrodeerunud, kaetud rauaühenditest koorikuga.
Läbimõõtude muutused	Filmitud ulatuses läbimõõdu muutus sügavusel 13,5 m (manteloru alumine ots)
Defektid	alates sügavusest 14,3 m on puurkaev blokeeritud takistusega, mis on kaetud settega ja ei ole tuvastatav. Tegemist võib olla paisunud savika kihiga või alla kukkunud kõrvalise esemega.
Staatiline veetase	+0,7 m
Kõrvalised esemed puurkaevus, nende iseloom	Kõrvalised esemeid võib esineda sette all alates sügavusest 14,3 m.
Muu oluline informatsioon	Puurkaevu on paigaldatud andur sügavusele 8,5 m, mis demonteeriti ja paigaldati peale videouuringut tagasi
Puurkaevu seisukorra hinnang	Puurkaevu manteloru ja toruliidete seisukord on hea, torud on keskmiselt korrodeerunud. Sügavusel 14,3 m asuva takistuse tõttu ei ole puurkaevu töötava osa seisukord teada, kaevus võib esineda alla kukkunud esemeid. Sügavuses 13,5-14,3 m on näha lõheline lubjakivi, puuraugu sein on selles ulatuses puhas.
Soovitused	Soovitav on eemaldada puurkaevust takistus ja teostada puhastuspumpamine.

Protokolli koostas:  
Kalle Alasi

Osäühing BalRock  
Reg.nr. 10782297  
KMKR EE100700190  
A/A 767 22 101 732 8525

Üksnurme tee 16, Üksnurme küla  
Saku vald 75513

GSM: (372) 50 36 229  
Tel: (372) 6 705 077  
Fax: (372) 6 705 047

# DIGITAALALLKIRJADE KINNITUSLEHT

## ALLKIRJASTATUD FAILID

FAILI NIMI	FAILI SUURUS
Lüganuse PK 364B Video Protokoll.doc	106 KB

## ALLKIRJASTAJAD

nr.	NIMI	ISIKUKOOD	AEG
1	Kalle Alasi	38510150216	21.11.2016 14:11:49 +02:00

### ALLKIRJAKEHTMUS

ALLKIRI ON KEHTIV

### ROLL/RESOLUTSIOON

### ALLKIRJASTAJA ASUKOHT (LINN, MAAKOND, INDEKS, RIIK)

### ALLKIRJASTAJA SERTIFIKAADI SEERIANUMBER

744892890681780234782888218028788-8988

### SERTIFIKAADI VÄLJAANDJA NIMI VÄLJAANDJAVÕTME IDENTIFIKAATOR

ESTEID-SK 2011 7B 6AF2 55 50 5C B8 D9 7A 08 87 41 AE FAA2 28 3D 5B 57 78

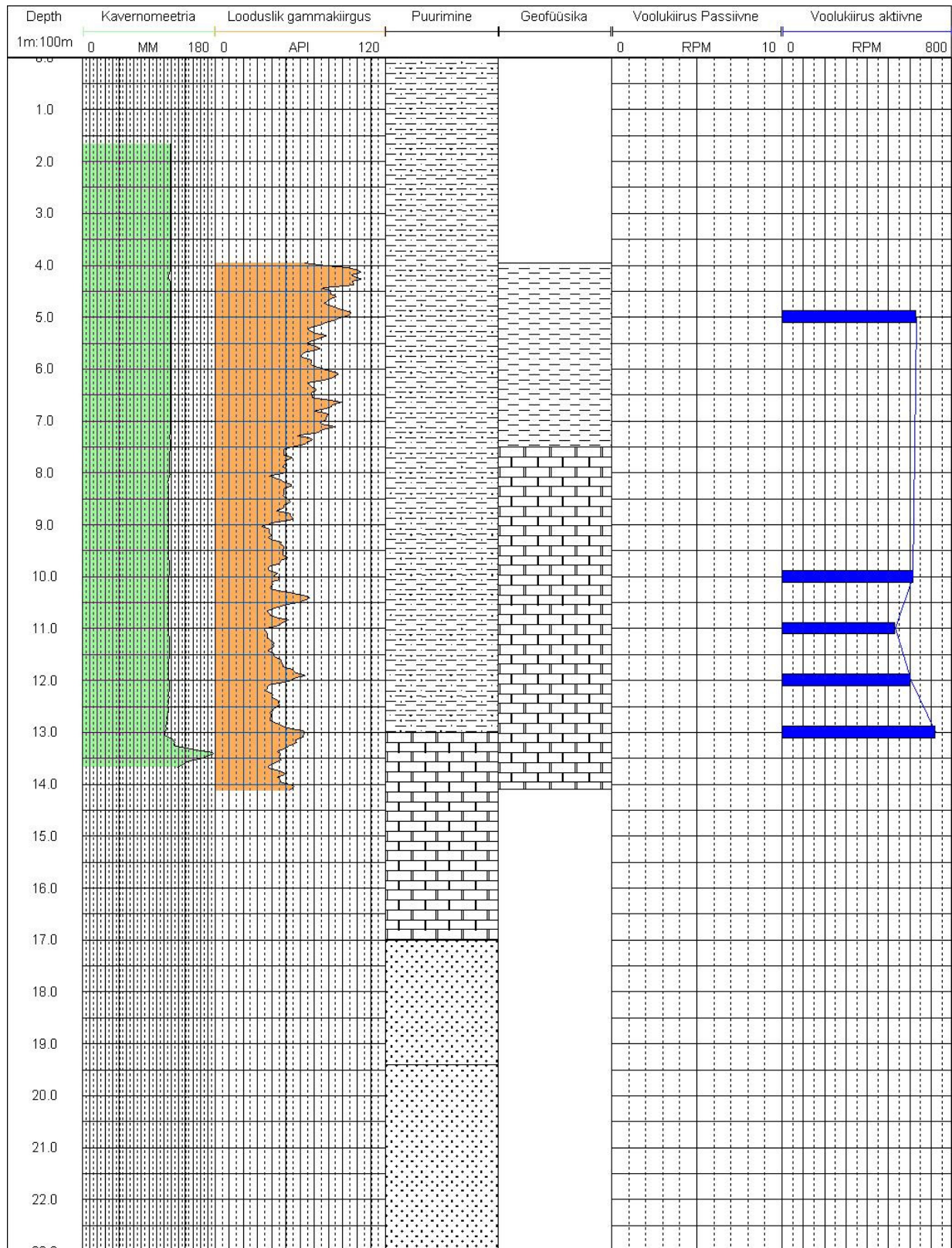
### ALLKIRJASÕNUMILÕHEND

30 31 30 0D 06 09 60 86 48 01 65 03 04 02 01 05 00 04 20 B3 08 2C 19 84 13 2D 6B F5 D5 B6 02 B5 4B A7 39 F7 7A 1C 60 8C E2 C2 85 57 1D 7D FB F7 AD 6B 41

Seele kinnituslehe lahutamatu osa on õigus "Allkirjastatud failid" nimetatud failide esitus paberil.

### MÄRKUSED

Lisa 3. Puurkaevu kat nr 3648 kavernomeetria, gamma-karotaaži ja voolukiiruse tulemuste graafik



Lisa 4. Vee analüüsi tulemused (1)

**EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR**

EAK poolt akrediteeritud katselabor  
Registreerimisnumbriga L093

Kadaka tee 82, 12618, Tallinn  
Tel.: 6 720 074, 52 56298  
e-mail: [m.kalkun@egk.ee](mailto:m.kalkun@egk.ee)

**VEE ANALÜÜSI TULEMUSED**

**Tellijä: Hüdroteoloogia osakond**

Objekt: 40-142, Ida-Viru mk.  
Tellimus: V16-658  
Kuupäev: 18.11.16

Lk.1/1

Jrk. Nr.	Proovi võtmise koht	SO <sub>4</sub> mg/l
1.	Kiviõli tee 21 pk. 21129	<3.3
2.	Männiku tee 2 pk. 25897	66.3
3.	Liimala küla Allikas	22.6
4.	Kõrkküla sk 19028	25.5

Meetod: – kaalanalüüs, GOST 4389-2

Proovid võetud: 15.11.16  
Proovid laborisse: 16.11.16  
Analüüsitud: 17.11.16

Analüütik: V. Kalašnikova

Mare Kalkun  
Labori juhataja



Lisa 5. Vee analüüsi tulemused (2)

**EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR**  
EAK poolt akrediteeritud katselabor  
Registreerimisnumbriga L093

Kadaka tee 82, 12618, Tallinn  
Tel.: 6 720 074, 52 56298  
e-mail: [m.kalkun@egk.ee](mailto:m.kalkun@egk.ee)

**VEE ANALÜÜSI TULEMUSED**

**Tellijä: Hüdrokeoloogia osakond**  
Objekt: 40-142, Ida-Viru mk., Lügenuse alevik  
Tellimus: V16-667  
Kuupäev: 23.11.16

Lk.1/1

Jrk.	Proovi	SO <sub>4</sub>
Nr.	võtmise koht	mg/l
1.	Lügenuse tee 26 pk. 3648	80.2

Meetod: – kaalanalüüs, GOST 4389-2

Proov võetud: 15.11.16  
Proov laborisse: 21.11.16  
Analüüsitud: 22.11.16

Analüütik: V. Kalašnikova

Mare Kalkun  
Labori juhataja



Lisa 6. PRK0019028 keemiliste näitajate ja veetaseme algandmed

Proovi võtmise kuupäev	Keemilised näitajad, mg/l			Veetaseme abs kõrgus, m
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
27.03.1961	59,1	47,8	2	38,05
24.08.1961	113,2	12,4	25	38,05
12.12.1961	80,2	26,3	16	38,05
28.03.1963	93,2	30,4	44,4	37,78
24.09.1965	87	29,7	25	37,76
27.12.1965	88,2	28,6	25,1	37,76
03.04.1966	84,2	21,9	63,4	38,09
05.10.1966	85,6	22,2	42,2	38,09
22.11.1966	85,6	25,9	46,5	38,09
18.04.1967	77,1	17,4	58,8	38,07
05.09.1967	87,1	25,8	53,3	38,07
26.04.1968	83,2	21,3	59,2	37,99
04.09.1968	79,8	24,8	59,2	37,99
15.04.1969	66,1	16,2	77,4	38,01
15.08.1969	94,2	30,6	60,9	38,01
17.04.1970	87,4	16,8	88,9	37,96
23.09.1970	64,7	16,8	88	37,96
05.04.1971	65,1	12,4	65,4	37,87
13.08.1971	90,2	28,6	61,7	37,87
05.10.1972	86,6	27,1	59,3	37,85
17.04.1973	82,6	20,7	79	37,97
31.08.1973	88,8	27	71,2	37,97
15.04.1974	105,8	26,8	106,2	38,24
06.09.1974	115,6	29,4	95,9	38,24
22.08.1975	86,6	29,9	76,5	37,81
16.04.1976	67,7	13,7	50,2	37,84
28.08.1976	90	28,8	76,1	37,84
21.09.1977	92,2	24,3	70	38,06
16.05.1978	95,2	46,5	71,2	38,17
17.08.1978	95,2	25,8	115,6	38,17
03.04.1979	76,8	18,5	95	37,95
14.08.1979	91	29,2	86,4	37,95
25.11.1980	97,2	25,9	92,6	37,97
07.04.1981	69,3	16,3	44,4	38,22
22.04.1982	81	25,2	71,6	38,18
07.09.1982	85,8	27,2	51,4	38,18
24.05.1983	95	29,9	67,1	38,26
09.08.1983	98	40,1	69,1	38,26

Proovi võtmise kuupäev	Keemilised näitajad, mg/l			Veetaseme abs kõrgus, m
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
16.04.1984	57,1	12,6	59,7	38,42
15.09.1984	96	29,4	61,3	38,42
28.05.1985	106,4	28,2	86,8	38,33
22.07.1985	92,2	25,8	60,5	38,33
20.05.1986	112	27,9	71,2	38,41
01.09.1986	69,1	27,2	80	38,41
02.06.1987	106,4	29,8	71,6	38,33
06.08.1987	89,2	27,1	65,4	38,33
03.03.1988	104	27,3	70	38,24
22.08.1988	126,3	29,8	129,2	38,24
16.03.1989	82,2	16,4	53,5	38,47
10.08.1989	120,6	21	103,7	38,47
03.04.1990	89,2	22,5	109,2	38,41
17.09.1990	100	22,7	51	38,41
09.04.1991	76,2	15,8	65,8	38,34
09.10.1991	77,8		28,8	38,34
09.09.2003	88	24,9	25,1	37,94
07.09.2004	90,2	27,3	31	37,93
24.08.2005	105,6	30,6	31,5	37,72
02.10.2006	129,9	33,8	37	37,65
14.08.2007	124,8	30,7	33,7	37,81
21.08.2008	99,6	21,9	35,4	37,94
27.07.2009	99	27,6	32,1	37,84
17.11.2009	71,3	10,2	16	37,84
10.08.2010	101,2	26,5	24,3	37,68
14.07.2011	91,4	26	26,7	37,95
15.08.2012	146,3	38,1	49,5	37,96
17.09.2013	108,2	29,5	22,2	37,64
04.11.2015	102,2	32,7	3,3	37,60
23.08.2016	113,6	19,4	21	37,48
15.11.2016			25,2	37,55

Lisa 7. Salvkaevu videouuringu protokoll



**Salvkaevu videouuringu protokoll**

Salvkaevu asukoht	Ida-Virumaa Aseri vald, Kõrkküla
Tellija	Keskkonnaamet
Videolindistuse aeg	16.11.2016
Videolindistuse tingimused	Nähtavus hea
Salvkaevu katastri number	19028
Salvkaevu sügavus ja konstruktsioon Keskkonnaregistri järgi	sügavus 3,4 m konstruktsioon märkimata
Videouuringu alusel tuvastatud sügavus ja erinevused konstruktsioonis	filmitud sügavus 3,2 m, sügavuseni 1,2 m on kaev toetatud paekivi plokkidega, sügavamal on toestamata lubjakivisse raiutud auk. Kaev on kaetud puidust luugiga. Kaevu läbimõõt on ca 1,2 m ja kaev on pealtvaates ümar.
Kaevu seinte toetuse meetod	vettandvaks osaks on lubjakivisse raiutud auk, kvaternaarisetted on toetatud üksteisele laotud paekiviplokkidega, mille vuugid on ebatihedad.
Kaevu elementide lekked	Toestamiseks kasutatud plokkide vuugid on ebatihedad, kuid otseseid pinnavee sissevoolamise jälgi ei tuvastatud
Kaevu sisepinna seisukord	Plokid ja avatud lubjakivi on puhtad, kaevu põhjas on rohkelt prügi ja muid kõrvalisi esemeid (muda, lauajupid, puulehed, männiokkad, teod)
Läbimõõtude muutused	Kaevu läbimõõt kogu sügavuse ulatuses oluliselt ei muutu
Defektid	Paeplokkide vuugid on ebatihedad, kaevu põhjas on rohkelt kõrvalisi esemeid.
Staatiline veetase	1,8 m
Kõrvalised esemed salvkaevus, nende iseloom	Kõrvalised esemed kaevu põhjas alates sügavusest 3,2 m – sete, lauajupid, puulehed, männiokkad, teod.
Muu oluline informatsioon	
Salvkaevu seisukorra hinnang	Kaevu seisukord on halb, esineb risk pinnavee sissevooluks, kaevu suue ei ole hermeetiline ja kaevu põhjas on rohkelt kõrvalisi esemeid (prügi). Seinas on näha murenenud lubjakivi ja paeplokid, mille seisukord on hea, kaevu seinad on puhtad.
Soovitused	Soovitav on eemaldada kaevust kõik kõrvalised esemed, kaev puhastada, selle põhja teha kruusast või killustikust „padi“, kaevu ümbrus väljastpoolt sügavuseni 1,2 m lahti kaevata ja tihendada savilukuga sellisel moel, et pinnavesi valguks kaevust eemale.

Protokolli koostas:  
Kalle Alasi

Osahing BalRock  
Reg.nr. 10782297  
KMKR EE100700190  
A/A 767 22 101 732 8525

Üksnurme tee 16, Üksnurme küla  
Saku vald 75513

GSM: (372) 50 36 229  
Tel: (372) 6 705 077  
Fax: (372) 6 705 047

# DIGITAALALKIRJADE KINNITUSLEHT

## ALLKIRJASTATUD FAILID

FAILI NIMI	FAILI SUURUS
Kõrkküla salvkaevu 19028 Video Protokoll.doc	104 KB

## ALLKIRJASTAJAD

nr.	NIMI	ISIKUKOOD	AEG
1	Kalle Alasi	36510150216	21.11.2016 14:11:27 +02:00

### ALLKIRJAKEHTIVUS

ALLKIRI ON KEHTIV

### ROLL/RESOLUTSIOON

### ALLKIRJASTAJA ASUKOHT (LINN, MAAKOND, INDEKS, RIIK)

### ALLKIRJASTAJASERTIFIKAADI SEERIANUMBER

7446926906817802347628882180287688988

### SERTIFIKAADI VÄLJAANDJA NIMI VÄLJAANDJA VÕTME IDENTIFIKAATOR

ESTEID-SK 2011 7B 6AF2 55 50 5C B8 D9 7A 08 87 41 AE FAA2 2B 3D 5B 57 76

### ALLKIRJASÕNUMILÜHEND

30 31 30 0D 06 09 60 86 48 01 65 03 04 02 01 05 00 04 20 D1 34 4F 21 79 B1 42 CF D3 CC CE 62 61 5D 0C E6 53 6E 90 C4 9  
4 4D C2 38 E9 0E 76 F2 15 6D 7B 61

Selle kinnituslehe lahutamatu osa on lõigus "Allkirjastatud failid" nimetatud failide esitus paberil.

### MÄRKUSED