

Hinnang hüdrogeoloogilistele tingimustele kaevandamisel Are kruusakarjääris

Käesolev hinnang on koostatud OÜ Tambira tellimusel. Töö eesmärk on hinnangu andmine hüdrogeoloogilistele tingimustele kaevandamisel Are kruusakarjääris.

Keskkonnaameti 18.04.2022 kirjas nr DM-119758-4 Tambira OÜle on toodud keskkonnaloo taotluses esinevad puudused, mis vajavad korrigeerimist. Taotluse seletuskirja punkt 5: puudub kirjeldus kuidas kaevandatakse varu, mis 70% ulatuses paikneb allpool põhjaveetasel. Taotluse punkti 7: kaevandamise mõju põhjaveele ja võimalikud mõjud planeeritavast karjäärist läänes asuvatele Alt (katastritunnus 14901:002:0410) ja Aadu-Oti (katastritunnus 80901:001:0302) erakinnistutele. Keskkonnaregistris ei ole eelnimetatud kinnistutel puurkaevusid, seega tuleb selgitada välja nende kinnistute veevarustussüsteemid ja kirjeldada kaevandamise võimalikud mõjud kinnistute veevarustusele.⁽¹⁾

Are kruusakarjääri asukoht

Are kruusakarjääri mäeeraldis teenindusmaa pindalaga 9,88 ha ja mäeeraldis pindalaga 8,47 ha, paikneb Pärnu maakonnas Are vallas Eavere külas Alt-Põllu (14901:002:0411; 18,89 ha; 100% maatulundusmaa) erakinnistul. Mäeeraldis paikneb haritavaal maal piirnedes põhjas Aadupõllu (14901:002:0355; 9,80 ha; 100% maatulundusmaa), lõunas Jaani (14901:002:0054; 25,62 ha; 100% maatulundusmaa), läänes Alt (14901:002:0410; 1,60 ha; 100% elamumaa) ja Aadu-Oti (80901:001:0302); 1,09 ha; 100% elamumaa) erakinnistutega. Are kruusakarjääri mäeeraldis idapiiriks on Kaldaoja peakraav, mille vesi juhitakse Are ja Sauga harujõgede kaudu Pärnu jõkke.⁽²⁾

Lähimad elamud paiknevad taotletava mäeeraldis läänepiirist ca 80 m kaugusel Alt ja Aadu-Oti kinnistul. Are mäeeraldis kattub Are maaparandussüsteemidega MS 6115010020140 kood 001; 6115010020150 kood 001; 6115010020130 kood 001.⁽³⁾

Geoloogiline ehitus

Are karjääri mäeeraldis paikneb limnoglatsiaalsel (lgIIIvr) tasandikul, lauge pinnareljeefiga põllumaal. Maapinna absoluutkõrgused on vahemikus 18,1–21,3 m, alanedes ida suunas. Kattekihiks on kasvukiht ja liivsavi paksusega 0,4–2,6 m (keskmiselt 1,6 m). Kruuspinna levib mäeeraldis lääneküljel, kus selle paksus on 1,8–2,8 m (keskmiselt 2,2 m). Liivpinna levib mäeeraldis ülejäänud osal, see on ülipeene- kuni keskmiseteraline, savikas, milles aleuriitse liiva

¹ Sinisalu, R., Rõivasepp, K. 2011. Are uuringuruumi geoloogiline uuring Pärnumaal (varu seisuga 01.02.2011. a.). 10 lk teksti, 1 tekstijoonis, 15 tekstilisa, 2 gr.lisa. OÜ Eesti Geoloogiakesks, rakendusgeoloogia ja maavarade osakond. Kadaka tee 82, 12618, Tallinn.

² *Ib.*

³ *Ib.*

ja peene kruusa läätсед ning vahekihid. Liiva paksus on 1,0–3,9 m (keskmiselt 2,4 m). Liiva ja kruusa lamamiks on tihe saviliivmoreen (gIIIvr).⁽⁴⁾

Mäetööde tehniline kirjeldus

Mäeeraldise varust ca 70% paikneb allpool põhjavee taset. Põhjaveetaset ei ole võimalik isevooluliselt alandada. Kruusa kaevandamisel põhjaveetaset ei alandata, st karjäärist ei juhita vett välja. Kruusa kaevandatakse veelises keskkonnas.

Kruusa veelises keskkonnas kaevandamise mõju veetasemele

Taotletav mäeeraldis paikneb Alt-Põllu melioreeritud eramaal, mis kuulub Are maaparandussüsteemi. Maapind on abs kõrguste vahemikus 18,3–21,5 m. Veetase on maapinnast 1,5–3,0 m (keskmiselt 2,2 m) sügavusel ehk absoluutkõrgusel 16,5–18,8 m (keskmiselt 17,3 m) (tabel 1). Mäeeraldise läbilõikes on vettkandvad kihid: kattekiht, liiv ja kruus; veepidemeks liiva ja kruusa lamamis lasuv saviliivmoreen. Mäeeraldise veekompleks on vabapinnaline, mis toitub sademetest. Veetase jälgib maapinna langust alanedes ida ja lõuna suunas. Kaldaoja peakraavis mäeeraldise piires on veetaseme absoluutkõrgus 18,6–18,1 m.

Puuraugud rajati Are uuringuruumi geoloogilise uuringu käigus oktoobris 2010.⁽⁵⁾

Tabel 1. Puuraukude kataloog⁽⁶⁾

Jrk nr	PA nr	Koordinaadid		Puuraugu		Veetase, m		Filtratsiooni-moodul, m/ööp
		x	y	abs kõrgus, m	süga-vus, m	maa-pinnast	abs kõrgus	
1	Pa-1	6491374,60	533821,63	18,40	3,9	1,8	16,6	0,24
2	K-2	6491366,43	533891,16	19,25	3,4	2,5	16,8	6,42
3	Pa-3	6491354,82	533990,11	19,06	4,5	2,4	16,7	
4	Pa-4	6491344,95	534074,11	18,60	4,5	2,0	16,6	
5	K-5	6491333,29	534173,43	18,10	3,1	1,5	16,6	0,62
6	Pa-6	6491409,66	534081,36	19,10	4,5	1,9	17,2	0,94
7	K-7	6491532,27	534079,37	20,24	3,6	2,4	17,8	0,20
8	Pa-8	6491630,58	534080,43	21,31	4,5	2,9	18,4	
9	K-9	6491481,72	533963,97	20,28	3,1	1,9	18,4	
10	Pa-10	6491416,09	533987,34	20,10	4,9	2,4	17,7	
11	K-11	6491430,12	533895,41	19,69	3,7	3,0	16,7	
12	Pa-12	6491606,21	534199,84	19,32	3,9	2,4	16,9	
13	Pa-13	6491401,46	534201,08	18,40	5,3	1,9	16,5	0,29
14	Pa-14	6491528,97	534000,94	21,15	4,2	2,6	18,6	1,13
15	Pa-15	6491510,94	534122,07	19,51	4,5	1,7	17,8	
16	Pa-16	6491493,60	534238,46	18,52	5,3	2,2	16,3	
17	Pa-17	6491561,25	534265,91	18,54	5,2	1,6	16,9	
18	Pa-18	6491578,51	534157,27	19,73	5,0	2,3	17,4	
19	Pa-19	6491595,13	534052,70	21,19	4,6	2,7	18,5	1,26
20	K-20	6491646,96	534300,68	18,66	3,4	1,7	17,0	

⁴ Sinisalu, R., Rõivasepp, K. 2011. Are uuringuruumi geoloogiline uuring Pärnumaal (varu seisuga 01.02.2011. a.). 10 lk teksti, 1 tekstijoonis, 15 tekstilisa, 2 gr.lisa. OÜ Eesti Geoloogiakesks, rakendusgeoloogia ja maavarade osakond. Kadaka tee 82, 12618, Tallinn.

⁵ *Ib.*

⁶ *Ib.*

Jrk nr	PA nr	Koordinaadid		Puuraugu		Veetase, m		Filtratsiooni- moodul, m/ööp
		x	y	abs kõrgus, m	süga- vus, m	maa- pinnast	abs kõrgus	
21	Pa-21	6491680,51	534119,49	20,90	4,0	-	-	0,76
22	Ip-1	6491663,76	534209,95	19,35	3,8	2,4	17,0	
23	Ip-2	6491388,57	533988,59	19,60	3,2	2,4	17,2	
				Miinumum	3,1	1,5	16,3	0,2
				Maksimum	5,3	3,0	18,6	6,42
				Keskmine	4,2	2,2	17,3	1,3

Are kruusakarjääri mäeeraldise piir kulgeb *ca* 336 m ulatuses paralleelselt Kaldoja peakraaviga. Kaldoja peakraavi ja Are kruusakarjääri vaheline kaugus on *ca* 53 m.

Katendi ja kasuliku kihi keskmised paksused ja mahud on arvatud aritmeetilise keskmise meetodil. Varu kontuur kulgeb kaevandist kaevandini. Kasulikust kihist *ca* 70% on allpool põhjavee taset.⁽⁷⁾

1. Ploki pindala on 2,65 ha. Kattekihi paksus on 0,4–2,6 m (keskm. 1,34 m), sh kasvukihi paksus 0,4–0,5 m (keskm. 0,46 m). Kattekihi maht kokku on 36 tuh m³, sh kasvukihi maht 12 tuh m³. Kruusa paksus plokis on 1,8–2,9 m (keskm. 2,18 m), **sh allpool veetaset 0,6–1,5 m (keskm. 1,11 m)**. Kruusa varu on 58 tuh m³, sh allpool veetaset 29 tuh m³. Kasuliku kihi lamam on vahemikus abs 15,1–17,2 m (keskm. 16,5 m).⁽⁸⁾

2. Ploki pindala on 5,82 ha. Kattekihi paksus on 0,4–2,4 m (keskm. 1,61 m), sh. kasvukihi paksus 0,4–0,5 m (keskm. 0,46 m). Kattekihi maht kokku on 94 tuh m³, sh kasvukihi maht 27 tuh m³. Liiva paksus on 1,0–3,9 m (keskm. 2,38 m), **sh allpool veetaset 0,6–3,6 m (keskm. 1,86 m)**. Liiva varu on 139 tuh m³, sh allpool veetaset 108 tuh m³ (lisa 8). Kasuliku kihi lamam on vahemikus abs 12,6–17,1 m (keskm. 15,3 m).⁽⁹⁾

Hüdrogeoloogiliste tingimuste mõju arvestamiseks on olulised varud, mis asuvad allpool põhjaveetasel:

1. Plokis on ehituskruusa aktiivne tarbevaru 2,65 ha suurusel pindalal allpool veetaset 29 tuh m³.
2. Plokis on täitepinnase aktiivne tarbevaru 5,82 ha suurusel pindalal allpool veetaset 108 tuh m³.

Mäeeraldise (pindalaga 8,47 ha) veega küllastunud kihi keskmine paksus on 1,6 m.

Hüdrogeoloogiliste arvutustel on arvestatud asjaoluga, et veetaseme langusega kaevandamisel kaasneb veepeegli pindala ja karjääri raadiuse muutus. Vee juurdevoolu (Q) arvutamisel on kasutatud valemit

⁷ Sinisalu, R., Rõivasepp, K. 2011. Are uuringuruumi geoloogiline uuring Pärnumaal (varu seisuga 01.02.2011. a.). 10 lk teksti, 1 tekstijoonis, 15 tekstilisa, 2 gr.lisa. OÜ Eesti Geoloogiakesks, rakendusgeoloogia ja maavarade osakond. Kadaka tee 82, 12618, Tallinn.

⁸ *Ib.*

⁹ *Ib.*

$$Q_1 = \frac{S \cdot 4\pi \cdot km}{\ln \frac{6,12 \cdot a \cdot t}{r_1^2}} \quad (1)$$

kus

S – veetaseme alanemine, $S = 0,2$ m;

km – veejuhtivusmoodul; $km = 2,08$ m²/ööp;

a – tasemejuhtivusmoodul $a = 10^3$ m²/ööp (veekihi statistiline keskmine piirkonnas);

t – aeg, mida arvestatakse vee väljapumpamise algusest, ööpäeva;

r – läbitöötatud ala raadius, m.

$$r_1 = \sqrt{\frac{F_1}{\pi}} = \sqrt{\frac{5650}{\pi}} = 42 \text{ m}$$

$$r_7 = \sqrt{\frac{F_7}{\pi}} = \sqrt{\frac{39530}{\pi}} = 112 \text{ m}$$

$$r_{15} = \sqrt{\frac{F_{15}}{\pi}} = \sqrt{\frac{84700}{\pi}} = 164 \text{ m}$$

Esimesel aastal võib kruusakarjääri läbitöötatud ala raadius ulatuda 42 m ja viieteistkümnendal aastal kuni 164 meetrini.

Põhjavee juurdevool on arvatud eelpool toodud valemiga (1) karjääri esimesel, seitsmendal ja viieteistkümnendal tööaastal (Q_1 , Q_7 ja Q_{15}).

$$Q_1 = \frac{S \cdot 4\pi \cdot km}{\ln \frac{6,12 \cdot a \cdot t}{r_1^2}} = \frac{0,2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 1,3 \cdot 1,6}{\ln \frac{6,12 \cdot 1000 \cdot 365}{42^2}} = 0,73 \text{ m}^3 \text{ ööpäevas}$$

$$Q_7 = \frac{S \cdot 4\pi \cdot km}{\ln \frac{6,12 \cdot a \cdot t}{r_7^2}} = \frac{0,2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 1,3 \cdot 1,6}{\ln \frac{6,12 \cdot 1000 \cdot 7 \cdot 365}{112^2}} = 0,73 \text{ m}^3 \text{ ööpäevas}$$

$$Q_{15} = \frac{S \cdot 4\pi \cdot km}{\ln \frac{6,12 \cdot a \cdot t}{r_{15}^2}} = \frac{0,2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 1,3 \cdot 1,6}{\ln \frac{6,12 \cdot 1000 \cdot 15 \cdot 365}{164^2}} = 0,73 \text{ m}^3 \text{ ööpäevas}$$

Nagu arvutustest näha, siis veejuurdevool pindala suurenemisel ei muutu.

Kruusa kaevandamisel veekeskonnas saab kvaternaarisetete surveta veekihi mingil ajahetkel tekkiva mõjuraadiuse ulatuse arvutada Aravini ja Numerovi⁽¹⁰⁾ valemiga:

$$R = \sqrt{1,9 \cdot k \cdot m \cdot \frac{t}{n}}$$

kus

R – mõjuraadius, m

t – aeg,

m – veekihi paksus, m,

n – efektiivpoorsus.

Kaevandamine veekeskonnas avaldab mõju ümbruskonna veetasemele.

$$R_1 = \sqrt{1,9 \cdot 1,3 \cdot 1,6 \cdot \frac{365}{0,02}} = 85 \text{ m}$$

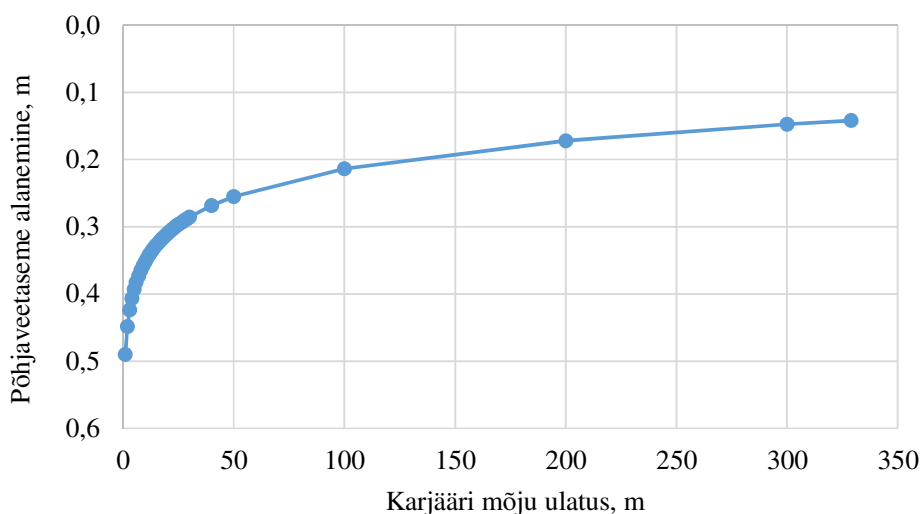
$$R_7 = \sqrt{1,9 \cdot 1,3 \cdot 1,6 \cdot \frac{7 \cdot 365}{0,02}} = 225 \text{ m}$$

$$R_{15} = \sqrt{1,9 \cdot 1,3 \cdot 1,6 \cdot \frac{15 \cdot 365}{0,02}} = 329 \text{ m}$$

Esimesel kaevandamise aasta lõpus on karjääri mõjuraadius 85 m, seitsme aasta pärast laieneb see 225 m ja karjääri lõppstaadiumis on mõjuraadius 329 m. Viieteistkümne aasta kaevetööde käigus alaneb karjäärist 0,3 km kaugusel veetase 14 cm.

Veealusel kaevandamisel alaneb veetase 80 m kaugusel karjäärist 23 cm (joon. 1). Kui aastase ilmastikutingimuste korral kvaternaarisetete veetaseme amplituud on 0,8–1,0 m, siis kaevandamisega lisandub 80 m kaugusel 0,23 m ehk veetase salvkaevudes alaneks sel juhul 1,0–1,2 m; 0,3 km kaugusel veetase salvkaevudes ilmastikutingimustest lähtuvalt alaneb lisaks 17 cm (ehk 0,97–1,17 m). Salvkaevud võivad suviti veevaesel perioodil kuivaks jääda juba praegu, sest ümbruskonnas on tehtud maaparandus. Ilmselt seetõttu on erakinnistutel rajatud puurkaevud, mis on ehitusregistris registreeritud, kuid enamus on registreerimata keskkonnaregistris.

¹⁰ Aravin, V. I., Numerov, S. N., 1953. Theory of Motion of Liquids and Gases in Undeformable Porous Media. Moscow, Russia: Gostekhizdat. 616.



Joonis 1. Kvaternaarisetete põhjaveetaseme alanemine kruusa kaevandamisel veekeskonnas

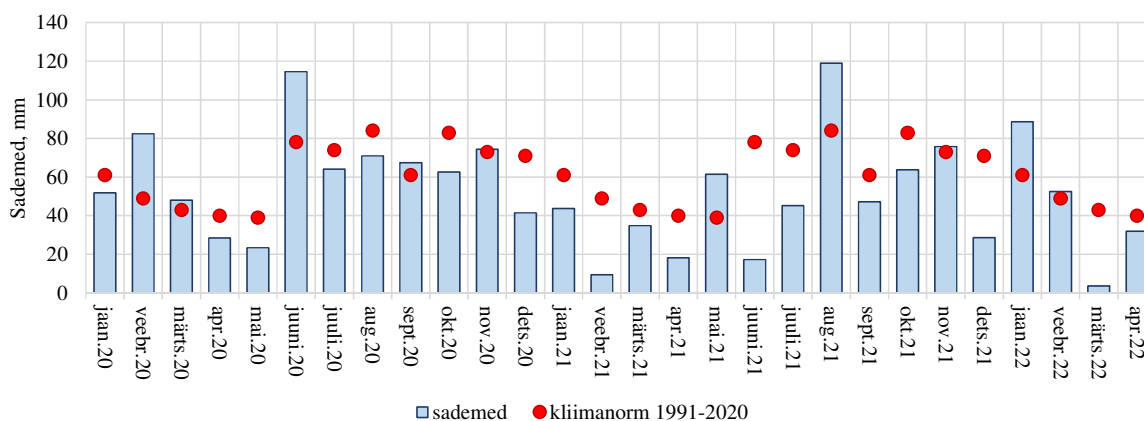
Are kruusakarjääri ümbruses paiknevad erakinnistutest enamuses asuvad 200–500 m kaugusel, v.a Alt (katastritunnus 14901:002:0410) ja Aadu-Oti (katastritunnus 80901:001:0302) erakinnistud, mis jäävad planeeritavast karjäärist vastavalt ca 80 m kaugusele. Mõlemal kinnistul asub registreerimata puurkaev: Alt kinnistul hoovis, majast 3 m kaugusel (foto 1) ja Aadu-Oti kinnistul majas sees.



Foto 1. Alt kinnistu puurkaev

Alt ja Aadu-Oti puurkaevud avavad Siluri põhjaveekihti ja karjääri tegevus nendele kaevudele mõju ei avalda. Indreku erakinnistul (katastritunnus 14901:002:0281) asub kaev (ehitisregistri kood 220454597). Meelise erakinnistul (katastritunnus 14901:002:0289) asub puurkaev (ehitisregistri kood 221376731, puurkaevu katastrinumbr 65884) ja kaev (ehitisregistri kood 220454528). Jaagu erakinnistul (katastritunnus 14901:002:0076) asub kaev (ehitisregistri kood 220454488). Salvkaevud jäävad karjäärist 200–500 m kaugusele ja täiendav mõju veetaseme muutusele lisaks ilmastikutingimustele on 11–14 cm.

Kuude sademete hulga ja kliimanormi võrdlemisel on näha, et aastas esineb kuid, mil sademete hulk on väiksem kui kliimanorm (joon. 2). Kuna kvaternaarisetted toituvad sademetest, siis viimaste vähesuse korral veetase kvaternaarisetetes alaneb ja salvkaevud vastavalt sügavusele on kas veevaesed või jäävad kuivaks.



Joonis 2. Kuude sademete hulga võrdlus kliimanormiga

Kokkuvõtteks

Are kruusakarjääris paikneb kaevandataav varu 70% ulatuses allpool põhjaveetasel. Veealune varu kaevandatakse veekeskkonnas, karjäärist vett väljapumpamata.

Lähimad elamud paiknevad taotletava mäeeraldise läänepiirist ca 80 m kaugusel Alt ja Aadu-Oti kinnistul. Mõlemal kinnistul asub registreerimata puurkaev: Alt kinnistul hoovis, majast 3 m kaugusel ja Aadu-Oti kinnistul majas sees.

Kvaternaarisetete veetaseme amplituud on 0,8–1,0 m, siis veekeskkonnas kaevandamisega alaneb 80 m kaugusel 0,23 m ehk veetase salvkaevudes alaneks sel juhul 1,0–1,2 m; 0,3 km kaugusel veetase salvkaevudes ilmastikutingimustest lähtuvalt alaneb lisaks 17 cm (ehk 0,97–1,17 m). Salvkaevud võivad suviti veevaesel perioodil kuivaks jääda juba praegu, sest ümbruskonnas on tehtud maaparandus. Ilmselt seetõttu on erakinnistutel rajatud puurkaevud. Puurkaevude veetasemetele veelkeskkonnas kaevandamine Are kruusakarjääris mõju ei avalda.

Lugupidamisega

/allkirjastatud digitaalselt/

Katrin Erg
e-post: katrin.erg@gmail.com
Tel +372 5349 1628

Koostasid Katrin Erg ja Mati Lelgus