

Eksperthinnang Anelema IV kaevandusloa muudatuse mõjust põhjaveele

OÜ Inseneribüroo STEIGER

Töö nr. 26/5532

Kokkuvõte. Eesti Killustik OÜ (registrikood 10126848) tellis OÜ-lt Inseneribüroo STEIGER (registrikood 11206437) eksperthinnangu Anelema IV dolokivikarjääri kaevandusloa muutmisele, vastusena Keskkonnaameti 24.03.2026 kirjale DM-135895-3. Kaevandusloa muudetakse, et laiendada Anelema IV lõunapoolset lahustükki vähenenud teekaitsevööndi arvelt ~25 m laiuse ja 0,74 ha pindalaga tsooni võrra Uduvere–Suigu–Nurme kõrvalmaantee nr 19210 suunas. Keskkonnaamet palus selgitada põhjavee alanduslehtri muutused (nii pindalalised kui ka sügavuti) ning sealhulgas luua joonis alanduslehtri, lähimate puur- või salvkaevude ja põhjavee liikumise suunaga.

Karjääri laiendamine ~25 m võrra lõunasse ei oma olulist mõju piirkonna põhjavee režiimile ega kvaliteedile ning seega ka mitte põhjaveearustusele. Maksimaalne tajutav alanduslehtri ulatus karjääri piirist on mäeeraldisel või selle läheduses tehtud mõõtmiste alusel kuni 200 m ning mäeeraldisel laiendamine ei muuda mõju ümbritsevatele kinnistutele tajutavalt. Võimaliku alanduslehtri piiresse jääb Anelema IV karjääri lõunapoolset lahustükki kuni kolm talu (Uue-Hansu, Jaagu-Andrese ja Kopli). Veevarustuse häirete tekkimisel antud kinnistutel tuleb arendajal tagada alternatiivne veevarustus (nt sügavamate puurkaevude rajamisel).

Piirkonna hüdrogeoloogiline iseloomustus. Anelema dolokivimaardla paikneb Pärnu jõe lisajõe Sauga jõe toitealal. Maapinna reljeef on tasane, väikese langusega lõuna suunas. Maapinna absoluutkõrgused on vahemikus 25,0 - 27,0 m. Lähimad vooluveekogud on põhjasuunas asuv Enge jõgi ja lõunasuunas voolavad Angoja ja Elbu oja, mis suubuvad lõpuks Sauga jõkke.

Pinnakattesetted on piirkonnas esindatud valdavalt <2 m paksuse saviliivmoreenina, mis ei ole moodusta reeglina eraldisesvat veekihti, vaid on aeratsioonivööndiks aluspõhja dolokivide põhjaveekihile. Esimene aluspõhjaline põhjaveekiht on ühtlasi ainus, mis on kaevandustegevuse poolt mõjutatud. See levib Alam-Siluri Jaagarahu lademe dolokivis (Siluri veekompleks), mis moodustab dolokivimaardla kasuliku kihi. Kasuliku kihi paksus on keskmiselt 7,7 m, sellest allpool muutub dolokivi savikamaks ja raskemini vett juhtivamaks.

Põhjaveekiht on valdavalt vabapinnaline, toitub sademetest ning liigub laias laastus lõuna-edela suunal, Harju lavamaalt Pärnu lahe suunas. Kohalikul skaalal mõjutavad põhjavee liikumist veekogud (s.h kraavid) ning karjääri tekitatud alanduslehter. Looduslik põhjaveetase Anelema maardlas on olnud ~24 - 26 m abs¹, kuigi sademetest ja aurumisest tulenev looduslik veetaseme kõikumine tähendab, et karbonaatkivimite põhjaveetase erineb tüüpiliselt aastaaegade lõikes

¹ Remmel, S., 1969. Aruanne suure tugevusega dolomiitide detailuuringust Anelema maardlas. Geoloogia Valitsus, Keila. [EGF 3036](#)

>1 m võrra². Anelema maardlas 1968. a 133 kaevus läbi viidud veetaseme mõõtmiste tulemusel varieerus veetase aasta lõikes 0,2 - 3 m võrra¹.

Piirkonna salvkaevud ja mõned üksikud puurkaevud toituvad karjääri poolt avatud esimesest aluspõhjalisest veekihi. Valdav osa puurkaeve avavad veidi sügavamalt (~40 m maapinnast) levivat Siluri kompleksi veekihti.

Realiseerunud mõju põhjavee režiimile. Enam kui 60 a kestnud kaevandamistegevuse tõttu on veetase Anelema dolokivikarjäärade põhjas langetatud võrreldes loodusliku tasemega 10 - 12 m, tasemeni 14 - 16 m abs. Kuivendamine on põhjustanud põhjaveetaseme alanemist ka karjääri ümbruses, s.t välja on kujunenud põhjaveetaseme alanduslehter. Põhjaveetaseme alandus on suurim karjääri vahetuses läheduses, alanduse sügavus väheneb kiirelt karjäärist kaugenedes.

Alanduslehtri ulatusest annavad märku 2006. a Anelema II uuringu puuraukudes mõõdetud veetasemed, mis näitasid, et tegutsevast karjäärist lääne pool oli alanduse mõju ulatunud vaid 50 - 100 m kaugusele³. Maardla lõunaossa Anelema II dolokivikarjääri lääneserva rajatud puuraugus PA 3/20, mis paiknes karjäärisüvendist ligikaudu 100 m kaugusel, ulatus põhjaveetaseme 2020. a septembris 23,75 m abs kõrgusele, s.t karjääri tajutav alanduslehter ei levinud kaugemale kui 100 m⁴.

Teisalt annab alanduslehtri olemasolust indikatsiooni Anelema dolokivikarjäärist ~60 m lõuna-kagu suunas asuv tarbekaev [50789](#), mille 2011. a mõõdetud veetase oli ~22 m abs, kuid on ettevõtte omaseire tulemusel langenud tänaseks tasemeni ~20 m, s.t ~4 m võrra madalam kui looduslik. Anelema II dolokivikarjäärist ~60 m kagus asub seirekaev [51761](#), kus veetase oli 2013. a langenud tasemeni ~19 m abs ning tänaseks ~17 m, ehk ~7 m looduslikust tasemest allpool. Anelema maardla ammendatud osast ~190 m loodes asuvas puurkaevus [30751](#) mõõdeti 1989. a veetasemeks ~26 m abs, tänapäeval aga ~23 m abs, mis näitab veetaseme alanemist 3 m võrra. Karjäärisüvendist ~170 m edelas asuva ning Anelema IV lõunapoolsele lahustükile lähima seirekaevu [51760](#) veetase oli 2013. a ~22 m abs, aga viimaste aastate paljude mõõtmiste alusel ~24 m, mis näitab, et selle kaevuni alanduslehter ei ulatu.

Eeltoodud info näitab, et maardlat ümbritsevate kivimite efektiivsed filtratsioonikoefitsiendid ning alanduslehtri ulatused võivad varieeruda suurtes piirides. Kohati ulatub tajutav alanduslehter vähem kui 100 m kaugusele karjääri piirist, teistel juhtudel on veetaseme alandus ka 190 m kaugusel kuni 3 m.

Anelema IV dolokivikarjääri põhjapoolisel lahustükil koguneb külgnevatest kivimitest immitsev põhjavesi ja sademevesi isevoolselt karjääri edelaossa, kust see pumbatakse läbi kraavide Angojja ja juhitakse sealt edasi Elbu oja kaudu Sauga jõkke. Anelema IV lõunapoolsest lahustükilt pumbatakse vesi torustiku kaudu Anelema karjääri veekogurisse.

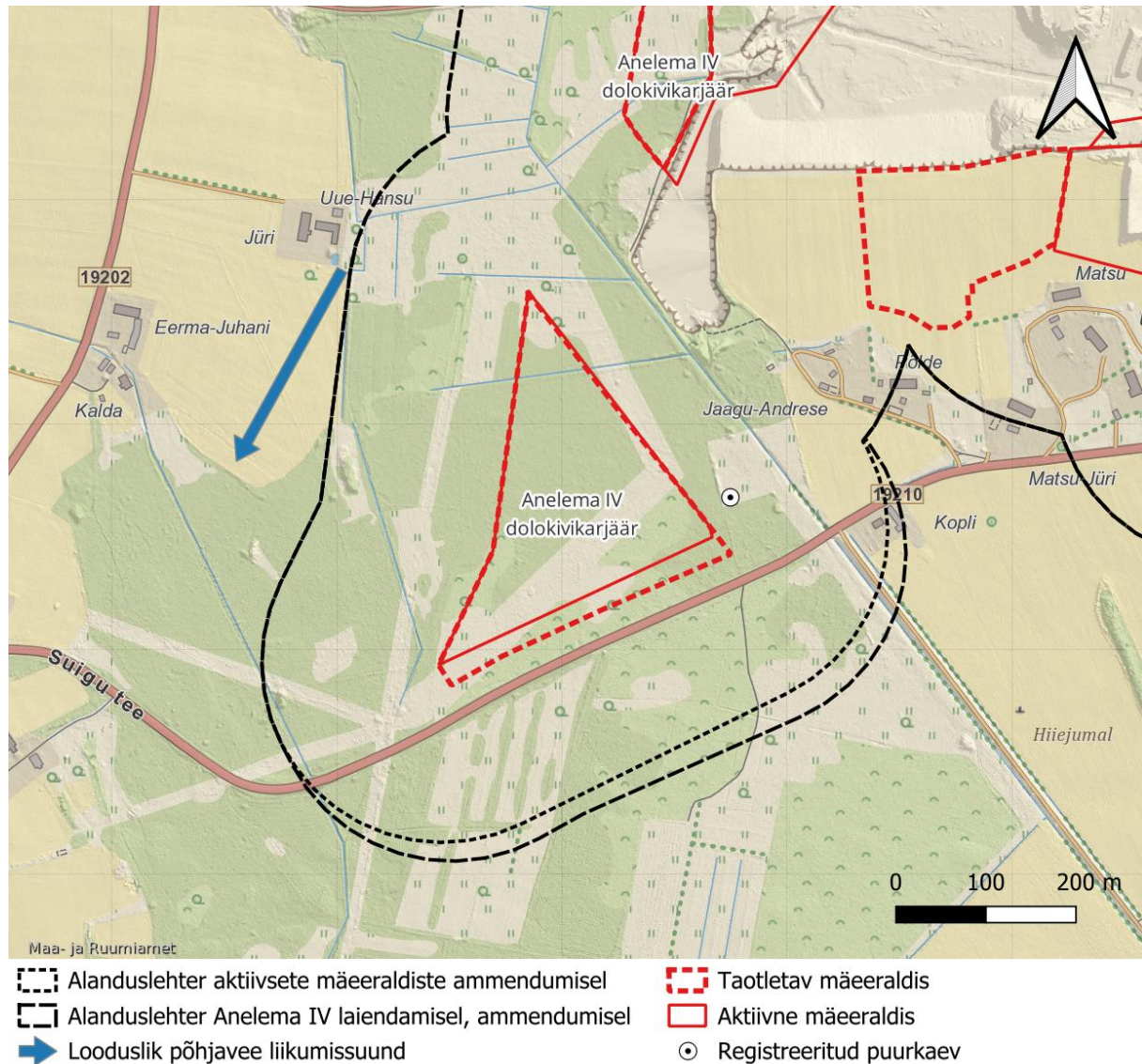
Karjääri laienemise mõju põhjavee režiimile ja piirkonna veevarustusele. Anelema IV karjääri laienedes laieneb vastavalt ka alanduslehtri ulatus. Muutuse prognoosimisel on samas maardlas realiseerunud alanduslehtri ulatus igal juhul parim indikatsioon, võrrelduna katsepumpamise

² Marandi, A., Osjams, M., Polikarpus, M., Pärn, J., Raidla, V., Tarros, S., Vallner, L., 2019. Põhjaveekogumite piiride kirjeldamine, koormusallikate hindamine ja hüdrogeoloogiliste kontseptuaalsete mudelite koostamine. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere. [EGF 9110](#)

³ Kosenjov, R., Kattai, V., Rannik, E., 2007. Anelema dolokivimaardla Anelema II uuringu ruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.07.2007). Töö nr 07/0186. OÜ Inseneribüroo STEIGER, Tallinn. [EGF 7974](#)

⁴ Tuuling, T., Paat, K., 2020. Anelema dolokivimaardla Anelema dolokivikarjääri ja Anelema II dolokivikarjääri mäeeraldisel maavara kvaliteedi ja varu ümberhindamise seletuskiri (varu seisuga 31.12.2019). Töö nr 20/3233. OÜ Inseneribüroo STEIGER, Tallinn. [EGF 9420](#)

tulemusel koostatud arvutuslike prognoosidega. Seda enam, et laiendataval mäeeraldisel avatakse samade omadustega kivimikiht, mis varasemateski karjäärides. Eeltoodud mõõtmiste ajaks oli kaevandamistegevus kestnud aastakümneid, seega oli karjääri alanduslehter täielikult välja kujunenud. Kivimi omadused ei ole võrreldes selle ajaga muutunud, seega vastavad andmed on siiani veel relevantssed.



Joonis 1: Anelema IV dolokivikarjääri ümber prognoositud alanduslehtri tajutav piir maavara ammendumisel praeguse keskkonnalaola tingimustel ning karjääri laiendamise stsenaariumis.

Alus: Maa- ja Ruumiamet, Eesti Geoloogiateenistus 2026

Võttes kokku eelnevad andmed ulatub eri suundades vähem kui 100 m kaugusele või enam kui 200 m kaugusele (tõenäoliselt maksimaalselt ~500 m). Siiski, konkreetselt Anelema IV mäeeraldises piiris 2007. a tehtud mõõtmiste alusel ei ulatunud alanduslehter kaugemale kui 100 m karjääri piirist, mida kinnitab ka lõunapoolse lahustüki vahetus läheduses asuva seirekaevu [51760](#) (mis paikneb karjäärisüvendist ~170 m kaugusel) senini looduslik veetase. Kuna konkreetsetes paigas tehtud mõõtmised väljendavad sealsete kivimite omadusi kõige paremini, toome kahekordse ettevaatuspuhvi rakendamisel tajutava põhjaveetaseme alanduslehtri ulatuse hinnanguks ~200 m karjääri piirist. Tulenevalt Anelema IV mäeeraldises mõõdukast

laienemisest lõunasuunas vaid 20 m jagu laieneb ka vaid samal määral alanduslehtri ulatus. Mäeeraldise praeguste piiride ning taotletava laienduse stsenaariumis prognoositud alanduslehtri ulatus Anelema IV dolokivikarjääri lõunapoolse lahustüki ammendamise ajal on toodud joonisel 1.

Anelema IV mäeeraldise põhjapoolse lahustüki läheduses majapidamisi ei ole. Lõunapoolse lahustüki prognoositava alanduslehtri piires on kuni kolm talu: Eerma küla Uue-Hansu talu (katastritunnus 63801:001:0889) ning Anelema küla Jaagu-Andrese (18803:002:0372) ja Kopli (18803:002:0115) talud. Antud talude veevarustuse kohta puudub konkreetne info, mille tõttu eeldame halvimat võimalikku olukorda, et talude veevarustus toetub Siluri veekompleksiga seotud madalatele salvkaevudele. Mõju neile kaevudele võib esineda nii praegu kehtiva kaevandamisloa tingimustes kui ka pärast muudatust. Arendaja peab veevarustuse probleemide ilmnemisel antud kinnistutel olema valmis tagama mõjutatud kinnistutel veevarustuse taastamise, nt sügavamalt veekihti avavate suurkaevude rajamisel.

Karjääri laiendamine ühegi talu juures lisamõju ei tekita. Laiendamise tulemusel võib marginaalselt suurenda mõju Kõpi talu kaevule, kuid tegemist on kõige enam sentimeetritesse ulatuva vahetega, mis ei ole tõenäoliselt põhjaveetaseme ~0,2 - 3 meetrise loodusliku kõikumise taustal märgatav.

Siintoodud alanduslehtrite piirid tähistavad alanduslehtri levikut karjääri töö lõpustaadiumis kui kogu materjal on väljatud ning veetase on alandatud kasuliku kihi lamamini. Alanduslehter kujuneb reaalsuses vastavalt töö arenemisele ning selle ulatus on valdava osa karjääri tööajast seega oluliselt väiksem.

Piirkonna filtratsiooniomadused on heterogeensed, mida näitavad 1968. a Anelema maardlas läbi viidud kuue katsepumpamise tulemusel leitud filtratsioonikoefitsiendid, mis varieeruvad kolme suurusjärgu piires, 0,7 - 121 m/ööpäevas (realiseerunud alanduslehtri mõõdukas ulatus näitab, et piirkonna kivimite keskmine filtratsioonikoefitsient on selgelt vahemiku madalamas osas). Sellele vastavalt võib alanduslehtri ulatus erinevates suundades karjäärist olla märkimisväärselt erinev, mida näitava ka maardlast eri suundadel mõõdetud kaevude veetasemed. Lähtuvalt konkreetsetelt käesoleval mäeeraldisel teostatud mõõtmistest väljendab siin kasutatud konservatiivne alanduslehtri ulatus ~200 m siiski halvimat tõenäolist olukorda.

Mäeeraldise alanduslehtrite ühinemisel nt taotletava Anelema V dolokivikarjääriga ei ole oodata mittelineaarsete koosmõjude ilmnemist. Vastupidi, sissevool karjääridesse väheneb, kuna osa kuivendatavast kivimist drenib teise karjääri.

Mõju põhjavee kvaliteedile. Karjääri laiendamine ei põhjusta täiendavaid mõjusid põhjavee kvaliteedile võrreldes juba loastatud olukorraga. Põhjavee kvaliteeti võivad mõjutada karbonaatkivimite kaevandamisel vette sattuvad kivimi peenosakesed ehk heljum, mis suurendab vee hägusust. Enne eesvoolu juhtimist seatakse heljum settebasseinis. Heljumi levik põhjaveekihi laiema ei ole tõenäoline mitmel põhjusel:

- Karjääri lamamiks on võrdlemisi vettpidavad savikad kivimid, mis takistavad heljumi liikumist sügavamatesse põhjaveekihtidesse, kust toituvad valdav osa piirkonna suurkaeve.
- Põhjavee filtreerumine põhjaveekihi on tüüpiliselt väga aeglane ning heljumi peenosakesed ei suuda suspensioonis püsida, settides kivimilõhedes välja vaid meetrite kaugusel karjäärist. Peenemad (savifraktsiooni) osakesed kleepuvad elektrostaatiliste jõudude tulemusel kivimiosakestele. Ainult suuremates karstilõhedes võib olla võimalik heljumi levik kaugemale.

- Viimane ei ole siiski tõenäoline, kuna karjääri moodustab põhjavee väljeala, s.t karjäärist laiemasse põhjaveekihti vee filtreerumist ei toimu. Karjääri kogunev vesi juhitakse settebasseini ja sealt pinnaveelisesse suublasse.

Lõhkamisel tekkiva vibratsiooni tõttu võib põhjavesi muutuda ajutiselt hägusemaks karjääri lähiümbruses asuvates kaevudes. Halvimas stsenaariumis võib lõhkamine kahjustada lähimate kaevude konstruktsioone, olenevalt seismiliste lainete sumbumiskaugusest ja kaevu konstruktsioonist.

Karjääris töötav tehnika võib rikete korral olla naftasaaduste reostusallikaks. Reostuse levikut saab vältida, kui kasutada korrasolevat tehnikat, mida nõuetekohaselt hooldatakse karjäärisüvendist väljapool. Juhul kui mäetööde käigus tekib avarii, tuleb vajalike vahenditega (absorbent, õlipüünised) reostuse levik kiirelt ja ohutult lokaliseerida ning reostunud pinnas üle anda vastavat jäätmekäitluslitsentsi omavale ettevõttele. Eeltoodud leevendusmeetmete rakendamisel on reostusohu vähenenud. Kui eelnevad abinõud läbi kukuvad, on võimalik reostuse levik eesvoolu. Tulenevalt ka heljumi puhul kehtivatest seaduspäradest ei ole reostuse levik põhjaveekihtis endas tõenäoline.

Karbonaatkivimite leostumisel ja seal sisalduva hajutatud püriidi lagunemisel õhu käes võivad väljapumbatavas vees suurenedada kaltsiumi, magneesiumi, sulfaadi ja raua kontsentratsioonid. Antud komponentide sisalduse suurenemine ei mõju põhjavee sobivust joogiveeks, kuid võivad muuta maitse- ja lõhnaomadusi või vett tarbivate masinate tööga.

Järeldus. Kaevandamisloa muudatus käsitleb vaid väikest, ~25 m laiust tsooni Anelema IV karjääri lõunaserval. Sellest tulenevalt on kehtivate kaevandamislubadega võrreldes lisanduv mõju põhjaveele või veevarustusele sisuliselt mittetajutav, eriti kuna karjäärist vastaval suunal puuduvad elamud. Kui karjäärile lähimates kaevudes (Uue-Hansu, Jaagu-Andrese, Kopli talud) tekivad karjääri mõjul siiski veevarustusprobleemid, tuleb arendajal tagada ligipääs joogiveele, nt. sügavama puurkaevu rajamisel või olemasoleva kaevu korrastamisel.

Koostas:

Kaarel Mänd,

Hüdrogeoloog

Hüdrogeoloogiliste tööde tegevusluba nr KHY000011 (07.11.2024)