KUKRUSE A-KATEGOORIA JÄÄTMEHOIDLA KORRASTAMISE KESKKONNAMÕJU HINDAMINE (KMH)

Aruande eelnõu
03.08.2015

Tellija: Keskkonnaministeerium

Töö koostaja: Alkranel OÜ, Infragate Eesti AS, IPT projektijuhtimine OÜ

KMH töörühma juht: Alar Noorvee (litsents nr KMH 0098)

Tartu 2014 - 2015

Sisukord

SISSEJUHATUS **5**

1. ÜLDOSA **7**

1.1 KAVANDATAVA TEGEVUSE ASUKOHT, EESMÄRK JA ÕIGUSLIK ALUS 7
1.2. ÜLEVAADE TEGEVUSE ÕIGUSLIKEST ALUSTEST NING PIIRKONNA ARENGUDOKUMENTIDEST 8

2. OLEMASOLEVA OLUKORRA ÜLEVAADE JA MÕJUTATAVA KESKKONNA KIRJELDUS **9**

2.1 KAVANDATAVA TEGEVUSE MÕJUALA ÜLDKIRJELDUS 9
2.2 JÄÄTMEHOIDLA TEHNILINE SEISUND NING AJALUGU 10
2.3 MÄE SEES TOIMUVAD FÜÜSIKALIS-KEEMILISED PROTSESSID 12
2.3.1 Iseeneslik kuumenemine 12
2.3.2 Põlemine 14
2.3.3 Utmine 15
2.4 LADESTATUD JÄÄTMETE ISELOOMUSTUS 17
2.4.1 Tsoon I - täide ja peamiselt lubjakivist koosnev termilise muundumiseta aheraine 19
2.4.2 Tsoon II - karbonaatne põlenud-oksüdeerunud materjal 19
2.4.3 Tsoon III – utmisjääk koos utmissaadustega 22
2.4.4 Tsoon IV - kuumenemistunnusteta aheraine ja peenpõlevkivi 28
2.4.5 Tsoon V - pindmine kasvukiht 31
2.5 ALA MAASTIKULINE, GEOLOOGILINE JA HÜDROGEOLOOGILINE ISELOOMUSTUS 31
2.6 PINNA- JA PÕHJAVEE SEISUND 33
2.6.1 Põhjavesi 33
2.6.2 Pinnavesi 38
2.7 KLIMAATILISED TINGIMUSED 39
2.8 ÕHUKVALITEET 40
2.9 ELUSTIK JA ÖKOSÜSTEEMID 45
2.10 PIIRKONNA ASUSTATUS JA AVALIK HUVI SEOSES AHERAINEMÄEGA NING KULTUURIPÄRANDI KÜSIMUSED 45

3. KAVANDATAV TEGEVUS JA SELLE ALTERNATIIVID **48**

3.1 ALTERNATIIV I – KUKRUSE A-KATEGOORIA JÄÄTMEHOIDLASSE LADESTATUD MATERJALI TÄIELIK VÕI OSALINE TEISALDAMINE 48
3.1.1 Variant 1 - mäe täielik äravedu 48
3.1.2 Variant 2 – mäe osaline äravedu ja allesjäänud keskkonna-ohutust materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale 50
3.1.3 Variant 3 – mäe minimaalne äravedu ning allesjäänud materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale 54
3.2 ALTERNATIIV II – KUKRUSE AHERAINEMÄE KATMINE 56
3.3 0-ALTERNATIIV – OLEMASOLEVA OLUKORRA JÄTKUMINE 59

4. KAVANDATAVA TEGEVUSE JA SELLE ALTERNATIIVIDEGA KAASNEVA KESKKONNAMÕJU ANALÜÜS JA LEEVENDAVAD MEETMED **60**

4.1 TEOSTATUD UURINGUD JA OLEMASOLEVA INFORMATSIOONI PIISAVUS 60
4.2 VEEKESKOND JA PINNAS 60
4.2.1 Mõju põhjavee seisundile 60
4.2.2 Mõju pinnavee seisundile 64
4.2.3 Mõju pinnasele 66
4.3 ENDISE KUKRUSE KAEVANDUSE MÕJU JÄÄTMEHOIDLA KORRASTAMISELE 67
4.4 KORRASTAMISE AEGNE LIIKLUSKORRALDUS JA -OHUTUS 68
4.5 MÜRA JA VIBRATSIOONI MÕJUD (KORRASTAMISE AEGSED) 74
4.6 MÕJU VÄLISÕHUKVALITEEDILE (VÄLISÕHUSAASTE JA LÕHN, SOOJUS, KLIIMA) 78
4.6.1 Saasteainete välisõhu saastatuse taseme hindamine Kukruse aherainemäe lähipiirkonnast (null-alternatiiv) 78
4.6.2 Korrastamistööde aegne õhusaaste 84
4.7 MÕJU MAAKASUTUSELE 90
4.8 MÕJU ELUSTIKULE JA ÖKOSÜSTEEMIDELE 92

4.9 MÕJU LOODUSVARADE (SH MAAVARADE) KASUTAMISE OTSTARBEKUSELE JA VASTAVUS SÄÄSTVA ARENGU PÕHIMÕTETELE, KORRASTAMISE TEHNILISED KÜSIMUSED (SH JÄÄTMETEKE) 93
4.9.1 Aherainemäes sisalduvate materjalide kasutamine 93
4.9.2 Ressursside tarbimine aherainemäe korrastamisel 94
4.10 MÕJU SOTSIAAL-MAJANDUSLIKULE KESKKONNALE 96
4.10.1 Kultuuripärand (sh maastikuilme) ja avalik huvi aherainemäe osas ning mäe kasutusvõimalused pärast sulgemist 96
4.10.2 Jäätmehoidla korrastamise maksumus ja tasuvus, hoolduskulud 99
4.11 MÕJUD INIMESTE HEAOLULE, VARALE JA TERVISELE 100
4.12 KESKKONNARISKE VÄHENDAVAD MEETMED JÄÄTMEHOIDLA KORRASTAMISEL 103

5. ALTERNATIIVIDE VÕRDLEMINE, SOBIVAIMA ALTERNATIIVI VALIK 107

6. SEIREMEETMED KESKKONNASEISUNDI JÄLGIMISEKS 111

7. AVALIKKUSE KAASAMINE NING ÜLEVAADE RASKUSTEST, MIS ILMNESID KSH PROTSESSIS 113

8. ARUANDE HINDAMISTULEMUSTE LÜHIKOKKUVÕTE 114

KASUTATUD MATERJALID 125

LISAD:

Lisa 1. Keskkonnamõju hindamise programm
Lisa 2. Keskkonnamõju hindamise programmi heakskiit
Lisa 3. IPT Projektijuhtimine OÜ poolt 2015.a teostatud Kukruse A-kategooria jäätmehoidla korrastamise ettevalmistava projekti koostamise uuringute aruanne
Lisa 4. Infragate Eesti AS poolt 2015.a poolt koostatud Kukruse A-kategooria jäätmehoidla korrastamiseks ettevalmistava projekti koostamise teostatavusuuring

Sissejuhatus

KMH objektiks on Ida-Virumaal Kohtla vallas Peeri külas Vulkaani kinnistul (kat nr 32001:001:0174; pindala 5,77 ha; sihtotstarve 100 % jäätmehoidla maa) paikneva Kukruse A-kategooria jäätmehoidla (edaspidi ka aherainemägi) korrastamist ettevalmistav projekt. Projekti eesmärgiks on Kukruse aherainemäe korrastamine, tagades selle keskkonnaohutuse ja piirates edasist keskkonna (pinnas, põhja- ja pinnavesi, välisõhk jm) reostamist ja välistades aheraineladestu iseenesliku süttimise lähtuvalt aherainemäe sees toimuvatest protsessidest (utmine). Täiendavalt on eesmärgiks pakkuda välja tehniline lahendus, mis võimaldaks optimaalsete kuludega tagada lisaks keskkonnaohutusele ka lahenduse jäätmehoidla maa-ala edasiseks kasutamiseks ja kui see osutub mõistlike kuludega teostatavaks, ka aherainemäe osalist või täielikku säilitamist pärandkultuuri objektina. Sobiv tehniline lahendus peab arvestama ka optimaalsete püsikuludega ekspluatatsioonil ning tagatud peab olema kasutatava lahenduse pikaealisus ilma täiendavaid korrastustöid teostamata.

Käesolev KMH on algatatud Kohta Vallavalitsuse 11.12.2014 korraldusega nr 193 (lisa 1). KMH-ga hõlmatakse nii kavandatava tegevuse ja selle reaalsete alternatiividega kaetud ala, kui ka neid ümbritsev(ad) või seotud ala(d), hinnates sh erinevate mõjude ruumilist ulatust ning nende olulisust. KMH läbiviimine on vastavuses KeHJS ja Keskkonnaameti Viru regiooni 06.04.2015 kirjaga nr V 6-7/15/6402-2 heaks kiidetud KMH programmiga, mille heakskiitmise otsus on esitatud lisas 2.

KMH-d viib läbi järgnev ekspertrühm:

- ✓ Alar Noorvee (OÜ Alkranel) – KMH juhtekspert (litsents nr KMH 0098). KMH hindamise läbiviimine ja tegevuste koordineerimine. Mõjuvaldkonnad KMH-s: veesaaste mõjud, mõju välisõhu kvaliteedile ja lõhn, kliima, mõju inimeste varale ja heaolule, sotsiaal-majanduslikud mõjud, mõju maastikuilmele, sulgemise tehnilised mõjud, jäätmed;
- ✓ Elar Põldvere (OÜ Alkranel) – keskkonnaekspert (litsents nr KMH 0118). Mõjuvaldkonnad KMH-s: mõju loodusvarade kasutamisele, mõju elustikule ja ökosüsteemidele, mõju pinnasele;
- ✓ Tanel Esperk (OÜ Alkranel) – keskkonnaspetsialist. Mõjuvaldkonnad KMH-s: mõju maastikuilmele ja maakasutusele, mõju pinnasele, müra ja vibratsiooni mõjud, mõju loodusvarade kasutamisele, mõju elustikule ja ökosüsteemidele;
- ✓ Reet Needo (OÜ Alkranel) – keskkonnaspetsialist. mõjuvaldkonnad: mõju inimeste varale, heaolule ja tervisele, jäätmed, mõju pinnasele, mõju elustikule ja ökosüsteemidele;
- ✓ Indrek Tamberg – AS Infragate Eesti (kaasatud kuni juuni 2015); mõjuvaldkonnad käesolevas KMH-s: mõju põhjaveele, majanduslik (maksumus ja tasuvus) mõju;
- ✓ Raul Hansen – AS Infragate Eesti; mõjuvaldkonnad käesolevas KMH-s: mõju veekeskkonnale; majanduslik mõju (maksumus ja tasuvus), sulgemise tehnilised küsimused;
- ✓ Helena Metspalu – AS Infragate Eesti; mõjuvaldkonnad käesolevas KMH-s: sulgemise tehnilised küsimused;
- ✓ Peeter Talviste – IPT Projektijuhtimine OÜ; mõjuvaldkonnad käesolevas KMH-s: ehitusgeoloogiline mõju, sulgemise tehnilised küsimused, jäätmed;
- ✓ Pille Sedman - IPT Projektijuhtimine OÜ; mõjuvaldkonnad käesolevas KMH-s: ehitusgeoloogiline mõju, hüdrogeoloogiline mõju, mõju põhja- ja pinnaveele, jäätmed;
- ✓ Annette Talpsep - IPT Projektijuhtimine OÜ; mõjuvaldkonnad käesolevas KMH-s: ehitusgeoloogiline mõju, mäe sees toimuvad protsessid, mõju põhja- ja pinnaveele, jäätmed;
- ✓ Erik Puura – Tartu Ülikool; mõjuvaldkonnad käesolevas KMH-s: geokeemilised küsimused, mäes sees toimuvad protsessid, hüdrogeoloogiline mõju;

- ✓ Kalle Kirsimäe – Tartu Ülikool; mõjuvaldkonnad käesolevas KMH-s: geokeemilised küsimused, mäes sees toimuvad protsessid, hüdrogeoloogiline mõju.

1. Üldosa

1.1 Kavandatava tegevuse asukoht, eesmärk ja õiguslik alus

KMH objektiks on Ida-Virumaal Kohtla vallas Peeri külas Vulkaani kinnistul (kat. nr 32001:001:0174; pindala 5,77 ha; sihtotstarve 100 % jäätmehoidla maa) paikneva Kukruse A-kategooria jäätmehoidla (aherainemägi; joonis 1.1) korrastamist ettevalmistav projekt.

Joonis 1.1. Kukruse jäätmehoidla (aherainemäe) asukoht Vulkaani kinnistul. Alus: Maa-amet, 2014.

Vastavalt uuringule „*Suletud, sh peremeheta jäätmehoidlate inventeerimisnimistiku koostamine II etapp*“ (AS Maves, 2012) on Kukruse aheraineladestuse puistang nr 1 liigitatud A-kategooria ohtlikkusega kaevandamisjäätmete hoidlaks. Põhiliseks ohufaktoriks põlevkivi kaevandamisjäätmete puhul on nende süttimise võimalikkus isekuumenemise tulemusel, lõkkest, kulu- ja prahipõletamisest või metsatulekahjude tagajärjel. Põlenud kaevandamisjäätmete hoidlatest võivad ohtlikud ained väljuda gaasina, samuti võib aset leida nõrgvee väljakandumine pinnasesse ja põhjavette.

Samuti on Kukruse aherainemägi määratud Keskkonnaregistri (register.keskkonnainfo.ee, 18.12.2014) põhjal üheks kahest endise Kukruse kaevanduse põlenud aheraineladestuseks ehk jääkreostusobjektiks (JRA0000042).

Kavandatava tegevuse eesmärgiks on töötada välja lahendus Kukruse jäätmehoidla (aherainemäe) ala keskkonnasäästlikuks korrastamiseks, piirates edasist keskkonna (pinnas, põhja- ja pinnavesi, välisõhk jm) reostamist ja välistades aheraineladestu iseenesliku süttimise lähtuvalt aherainemäe sees toimuvatest protsessidest (utmine). Projekti eesmärgiks on välja pakkuda tehniline lahendus, mis võimaldaks optimaalsete kuludega tagada lisaks keskkonnaohutusele ka lahenduse jäätmehoidla maa-ala edasiseks kasutamiseks ja kui see

osutub mõistlike kuludega teostatavaks, ka aherainemäe osalist või täielikku säilitamist pärandkultuuri objektina.

1.2. Ülevaade tegevuse õiguslikest alustest ning piirkonna arengudokumentidest

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiivi 2006/21/EÜ, 15. märts 2006, kaevandustööstuse jäätmete käitlemise ja direktiivi 2004/35/EÜ muutmise kohta artikkel 20 sätestab: *liikmesriigid tagavad, et nende territooriumil asuvates suletud jäätmehoidlates, sealhulgas peremehetud jäätmehoidlad, mis põhjustavad olulist negatiivset keskkonnamõju või võivad keskpika või lühikese aja jooksul kujuneda ohuks inimeste tervisele või keskkonnale, koostatakse inventarinimestik ja seda ajakohastatakse korrapäraselt*. Need nõuded kajastuvad ka *jäätmeseaduses* § $33^{2.}$

Eelnevast lähtuvalt tellis Keskkonnaministeerium 2011–2012. a töö „*Suletud, sh peremeheta jäätmehoidlate inventeerimisnimestiku koostamine*“ (teostaja AS Maves). Läbiviidud uuringu ja riskihinnangu põhjal on Kukruse aherineladestuse puistang nr 1 liigitatud A-kategooria ohtlikkusega kaevandamisjäätmete hoidlaks. Seejuures on lühi- ja pikaajalisel perioodil Kukruse kaevandamisjäätmete hoidla puhul võimalus suurõnnetuse tekkeks iseenesliku taassüttimise läbi. Vastavalt *jäätmeseaduse* § 27^2 lõikele 3 tuleb suurõnnetuse ohuga jäätmehoidla projekteerimisel, rajamisel, kasutamisel, hooldamisel, sulgemisel ning järelhooldamisel võtta kasutusele vajalikke meetmeid, et vältida selliseid õnnetusi ja piirata nende kahjulikke tagajärgi inimese tervisele või keskkonnale, piiriülesed mõjud kaasa arvatud.

Vastavalt *jäätmeseaduse* § 1 lg 3^1 kaevandamisjäätmete käitlemisele ei kohaldata muu hulgas käesoleva seaduse § 34 nõudeid ehk kaevandamisjäätmete hoidlale ei kehti prügila nõuded. Lisaks sellele vastavalt *jäätmeseaduse* § 135^1 lg 4 ei kohaldata *jäätmeseaduse* § 35^3, § 39 lõiget 4, § 42^1, § 73 lõike 2 punkti 8 ja § 94^1 nendele jäätmehoidlatele, mis lõpetasid jäätmete vastuvõtmise enne 2006. aasta 1. maid või on lõpetamas sulgemismenetlusi vastavalt kehtivatele õigusaktidele ning suletakse hiljemalt 2010. aasta 31. detsembriks. Kaevandamisjäätmete käitlemist reguleerib Keskkonnaministri 09.11.2010 määrus nr 56 *Kaevandamisjäätmete käitlemise kord*[1].

Kukruse jäätmehoidla keskkonnaohutuks muutmine on seatud oluliseks tegevuseks ka ***riigi jäätmekavas 2014 – 2020*** (2014). ***Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030*** (2007) seab eesmärgiks aastaks 2030 likvideerida kõik teadaolevad jääkreostusobjektid.

Tulenevalt asukohast on Kukruse aherainemägi ja selle lähiümbrus ***Kohtla valla üldplaneeringus*** (2012) tsoneeritud kui kaubandus-, teenindus- ja büroohoonete maa. Seejuures on Kukruse mägi määratud ilusa vaatega kohaks.

Nii Ida-Viru maakonnaplaneeringu teemaplaneeringu „***Asustust ja maakasutust suunavad keskkonnatingimused“*** (2003) kui ka Kohtla valla üldplaneeringu alusel jääb Kukruse aherainemägi maakondliku tähtsusega Järve-Edise-Peeri väärtuslikule maastikule, kuid ei paikne rohevõrgustiku elementidel. Järve-Edise-Peeri väärtuslikule maastikule on iseloomulik põllumajandus- ja kaevandusmaastike vaheldumine. Seejuures ilmestavad Viru lavamaa muidu tasast maastikku Kukruse, Käva ja Sinivoore terrikoonikud, mille tippudest avaneb avar vaade kogu piirkonnale. Soovitusena on teemaplaneeringus toodud, et aherainemäed kui omapärased maastikuelemendid tuleb säilitada puutumatutena.

2. Olemasoleva olukorra ülevaade ja mõjutatava keskkonna kirjeldus

2.1 Kavandatava tegevuse mõjuala üldkirjeldus

Kukruse A-kategooria jäätmehoidla (aherainemägi; joonised 1.1 ja 2.1) paikneb Ida-Virumaal Kohtla vallas Peeri külas Vulkaani kinnistul (kat nr 32001:001:0174), mille sihtotstarve Maa-ameti (2015) andmetel on 100 % jäätmehoidla maa. KMH programmis oli Kukruse aherainemäe kohta esitatud järgmised parameetrid: pindala 4,85 ha, suhteline kõrgus 43 m ja maht 710 000 m^3. Käesoleva KMH protsessi ajal teostatud uuringute tulemusena täpsustusid aherainemäe parameetrid järgmiselt: Kukruse aherainemäe pindala on 4,85 ha, suhteline kõrgus 40 m ja maht vastavalt koostatud mäe 3D mudelile, lidar-mõõdistamise ja geodeetilise mõõdistamise kombineeritud andmetele on 774 000 m^3.

Aherainemägi paikneb täielikult endise Kukruse kaevanduse kohal ning paikneb endise kaevanduse tuulutusstreki peal. Seejuures on kaevanduse põhja sügavus antud asukohas *ca* 15 m sügavusel maapinnast ja langeb lõunasuunas.

Joonis 2.1. Vaade Kukruse aherainemäele Kukruse linnaosa Paate tänava piirkonnast. Foto: Alkranel OÜ, 06.03.2015.

Vastavalt EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister: Keskkonnaagentuur, 29.06.2015) andmetele ei ole Vulkaani kinnistul ega selle lähialal (1 km raadiuses) registreeritud kaitsealuseid liike, kivistisi ega mineraale. Samuti ei jää kinnistu ühegi kaitseala, Natura 2000 alade võrgustiku territooriumile ega nende lähedusse. Lähim kaitseala – Kukruse mõisa park (KLO1200444) jääb *ca* 1,2 km kaugusele kagusse ning lähim Natura 2000 ala – Edise loodusala (EE0070113) *ca* 2,5 km kaugusele. EELIS-e andmetel on Kukruse aherainemäe kagunõlval registreeritud võõrliigi - Sosnowsky karuputke (*Heracleum*

sosnowskyi) kasvukoht. Aherainemäele on istutatud puid ning ala on kaetud hõreda taimestikuga.

Kukruse aherainemägi paikneb Kohtla valla hajaasustuspiirkonnas kahe maantee - Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku (tugimaantee nr 93; vana Tallinn-Narva maantee) ja Tallinn-Narva (põhimaantee nr 1; 2010. a valminud Kukruse-Jõhvi maanteelõik) - vahelisel alal. Kukruse aherainemäe läheduses (min *ca* 120 m kaugusel) kirdesuunal asub Kohtla-Järve Kukruse linnaosa tiheasutuspiirkond, kus paiknevad ka lähimad elamud. Kohtla-Järve Kukruse linnaosa üldplaneeringu (2010) alusel on linnaosa valdavalt tsoneeritud kui pere- ja ridaelamumaa.

KMH-ga hõlmatakse nii kavandatava tegevuse ja selle reaalsete alternatiividega kaetud ala kui ka neid ümbritsev(ad) või seotud ala(d), hinnates sh erinevate mõjude ruumilist ulatust ning nende olulisust. Mõjuala täpne ulatus sõltub konkreetsest mõjuvaldkonnast (vt ptk 4). Peamine mõjuala on piiritletav aherainemäe korrastamiseks vajaliku töötsooni lähiümbrusega *ca* 500 m ulatuses, v.a transpordiga seotud temaatika, mille mõju ulatus on piiritletav maanteid ümbritseva alaga ning õhusaaste, mille mõjuala ulatus on *ca* 1,5 km. Ka veekeskkonnale avalduvad mõjud jäävad eelduslikult vähemalt 1 km raadiusesse.

2.2 Jäätmehoidla tehniline seisund ning ajalugu

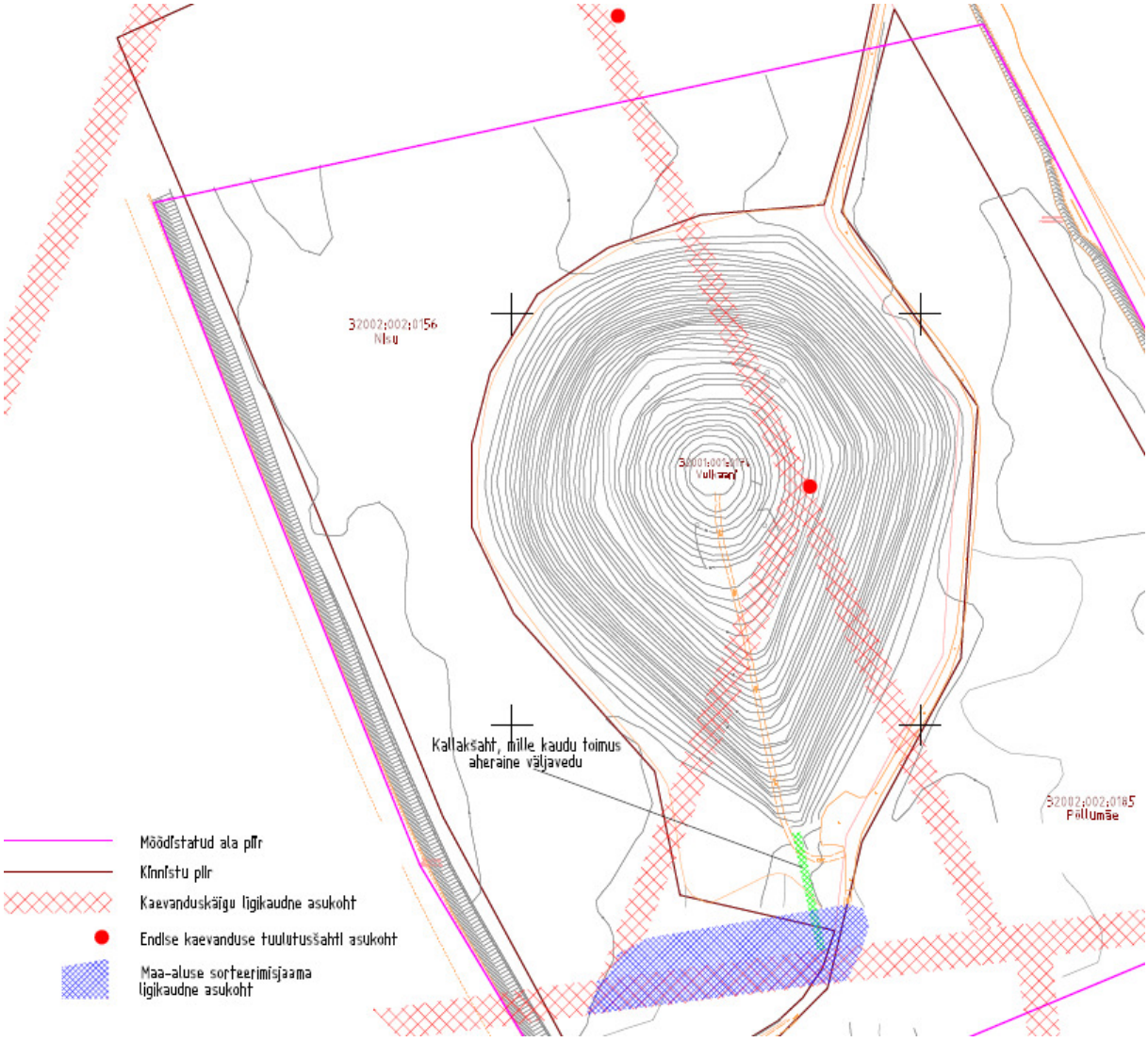
Endise Kukruse kaevanduse maa-alal paiknevasse kaevandamisjäätmete hoidlasse (nimetatud ka kui Kukruse aherainemägi) toimus põlevkivi aheraine (jäätmekood 01 01 02) ladestamine perioodil 1951-1967 (AS Maves, 2011), varasema AS Maves (2004) töö alusel perioodil 1955-1967. Kukruse aherainemäe pindala on 4,85 ha, suhteline kõrgus 40 m ja maht vastavalt koostatud mäe 3D mudelile, lidar-mõõdistamise ja geodeetilise mõõdistamise kombineeritud andmetele on 774 000 m^3.

Kukruse aherainepuistangusse on paigutatud põlevkivi rikastamise jäägid. Kuni 1960. aastani rikastati põlevkivi ainult käsitsi. Maa all asuvas sorteerimisjaamas sorteeriti kaevisest välja nii lubjakivi kui ka vähese põlevkivisisaldusega kamakad ning neist laoti lage toetavad riidad. Maa peale veetud kaevis läks purustus-sorteerimiskompleksi, kus noppimislindil liikuvast kaevisest korjati välja nähtavad lubjakivi tükid. Seega rikastati ainult kaevist, mille tükkide suurus oli üle >25 mm (Jürs, E., 2015). Kukruse kaevandus töötas põhiliselt käsikamber ja käsilaava meetodil. Aheraine transporditi vagonettidega ammendatud kaevevälja kohale rajatud aherainepuistangusse. Vagonetid veeti mäeharjale, kus materjal välja puistati. Sellisel ladestusmeetodil kujunes välja üsna järskude nõlvadega (31...35°) kooniline teravatipuline küngas, kus aheraines paiknev peenpõlevkivi kui kergem fraktsioon jäi valdavalt mäe ülemistesse osadesse ning raskem jämedateralisem aheraine jõudis nõlvu pidi alla. Põlevkivi erikaal (s.o keskmiselt 1,1 t/m^3) on üle kahe korra väiksem kui lubjakivil (Jürs, E., 2015), mis soodustab erinevate materjalide kihistumist puistangus.

Mäe kuju muudeti 1977. a põlengu järel, mil kustutustööde käigus mäe harja lamendati ning tõenäoliselt tehti laugemaks ka mäe nõlvasid. Suhteliselt järsud nõlvad (26...27°) on säilinud jalami osas, vaid ladestu lõunapoolne nõlv, kust toimus aheraine ülesvedu, on laugem (16°). Käesoleval ajal paikneb mäe lame hari absoluutkõrgusel 109 m, seega on ladestu keskosa veel umbes 10 m allapoole vajunud. Vajumisest annavad tunnistust arvukad lõhed, mis ladestu põhja- ja idaosas on sademevee toimel muutunud kohati sügavateks ovraagideks. Välistatud ei ole ka tühemike teke karbonaatse materjali lahustumisel mäe sisemuses. Põlenud puistangu jahtumisest ja põlemisjärgsest materjalist puistangu pinnakihis kustutatud lubja tekkel kaasnevatel mahumuutustel võib olla osa oma maapinnal jälgitavate deformatsioonide tekkel (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Mäe all lasuvad suletud Kukruse kaevanduse käigud ja strekid (joonis 2.2). Strekkide laed on varisemisohtlikud, sest madalates osades on kaevandatud nn osalise täitmise meetodiga, kus kambrite ja käsilaavade lagi on küll langetatud, kuid seisab osaliselt täidetud täitematerjalil ehk lubjakiviriitadel. Strekid kui täitmata kaeveõõned on toestatud puittoestikuga. Käsitsi põlevkivi lahti raiudes kasutati kitsaid strekke, mida ei toestatud. Käsipuuride kasutuselevõtuga kaevandusse hakati rajama laiemaid, kuni 12 m laiuseid strekke, mida toestati puittoestikuga.

Maapinnalt lähtuva surve ja vibratsiooni suurenedes (nt tee ehitamise või põllu kündmise tõttu) võivad 50 aastat kvaasistabiilsena seisnud laetalad puruneda. Kukruse kaevanduse alal 2009. aastal toimunud Tallinn-Narva põhimaantee ehitamise käigus välditi laetala purunemist streki täitmise meetodil. Kaevanduse lae paksus on maapinnast 7-11 m. Kaevanduskäik oli kuiv kohtades, kuhu sisse pääses, kohati oli käigu põhjas veekihi paksus 5 kuni 10 cm. Lõunapoolsemas käigus, kus lae paksus oli 9-11 m, oli veosstreki põhjas veekihi paksus 1,5 m. Umbes saja meetri ulatuses oli käikudes näha toestuse varinguid. Varingu põhjuseks oli ilmselt lähedal asuv karstivöönd. Veostrekk oli toestatud puittoestikuga, kaugemal oli näha suuremaid toestamata kambreid. Tallinn-Narva maantee püsivuse kindlustamiseks on veostrekk täidetud killustikust, liivast, põlevkivi tuhast ja veest koosneva seguga (Valgma *et al*, 2010).



Joonis 2.2. Kukruse kaevanduse all lasuvad kaevanduskäigud ja tuulutusšahtid (alus: IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

IPT Projektijuhtimine OÜ (2015) andmetel asub ladestust umbes 100 m kaugusel loodes Kukruse kaevanduse kunagine tuulutusšaht, mille kohal oli 2015. a. umbes 2 m sügavune ringikujuline langatus (joonis 2.2). Käesolevaks ajaks võib ka osa käike olla sisse langenud.

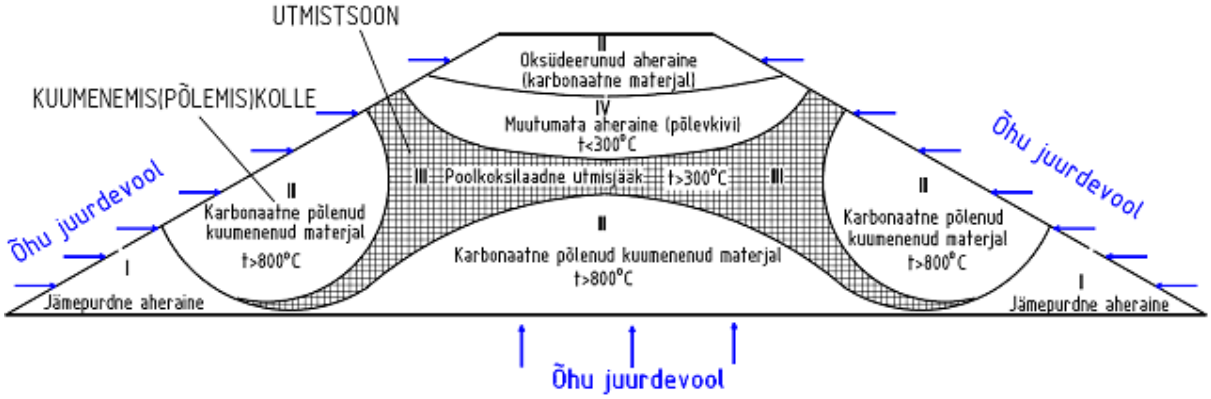
Kukruse kaevandus on suletud ja üleujutatud kaevandus, mis lasub 13 km^3 suurusel alal. Üleujutatud kaevandustes moodustub suure karedusega sulfaatne vesi, mis hõlmab lisaks Keila-Kukruse veekihile ka Lasnamäe-Kunda veekihti. Kaevandusvesi voolab läbi Uhaku lademe savika lubjakivi. Käva, Kukruse ja 2. kaevanduse piirkonnas on laskuva põhjaveevoolu veetaseme vahe 3-4 m (OÜ Eesti Geoloogiakeskus, 2010).

2.3 Mäe sees toimuvad füüsikalis-keemilised protsessid

Puura, E. (1999) on välja toonud, et põlemata aherainemägedes toimub geokeemilistest reaktsioonidest põhiliselt püriidi oksüdatsioon ja uute tahkete mineraalide - raud(III)oksiidi ja kipsi - teke. Põhilised keemilised protsessid, mis toimuvad põlemata aherainemägedes, on järgmised:

- püriidi oksüdatsioon ja sadenemine raud(III)oksiidina;
- happelisuse puhverdamine karbonaatioonidega lubjakivis;
- karbonaatide lahustumine süsihappegaasi koostoimel;
- kipsi sadenemine.

Mäe kuumenemine on alanud püriidi oksüdatsioonist, mis on eksotermiline protsess. Piisava temperatuuri saavutamisel ning õhu juurdevoolul võib süttida mäe sees paiknev orgaaniline aine. Hapnikuvaestes tingimustes (mäe keskosas) on toimunud põlevkivi utmine, mille tulemusel on suur osa mäe sees esinevast materjalist reostunud naftaproduktidega (joonis 2.3). Mäe jalamil leidub jämepurdset aherainet, millel kuumenemisilminguid ei esine.



Joonis 2.3. Kukruse aherainemäes toimuvad füüsikalis-keemilised protsessid ning erinevate omadustega materjalide tsoonid (alus: IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

2.3.1 Iseeneslik kuumenemine

Mäe iseeneslik kuumenemine tekib juhul, kui energia tootmine ületab selle tarbimise ja ärakande. Võimalikud on järgmised energiaallikad (Maves AS, 2007):

- keemilised reaktsioonid poolkoksi anorgaanilises osas – näiteks hüdratiseerumise ja kristallisatsiooni käigus vabanev energia;
- keemilised eksotermilised muutused poolkoksi orgaanilises osas, mis ei nõua hapniku juuresolekut (anaeroobsed protsessid);

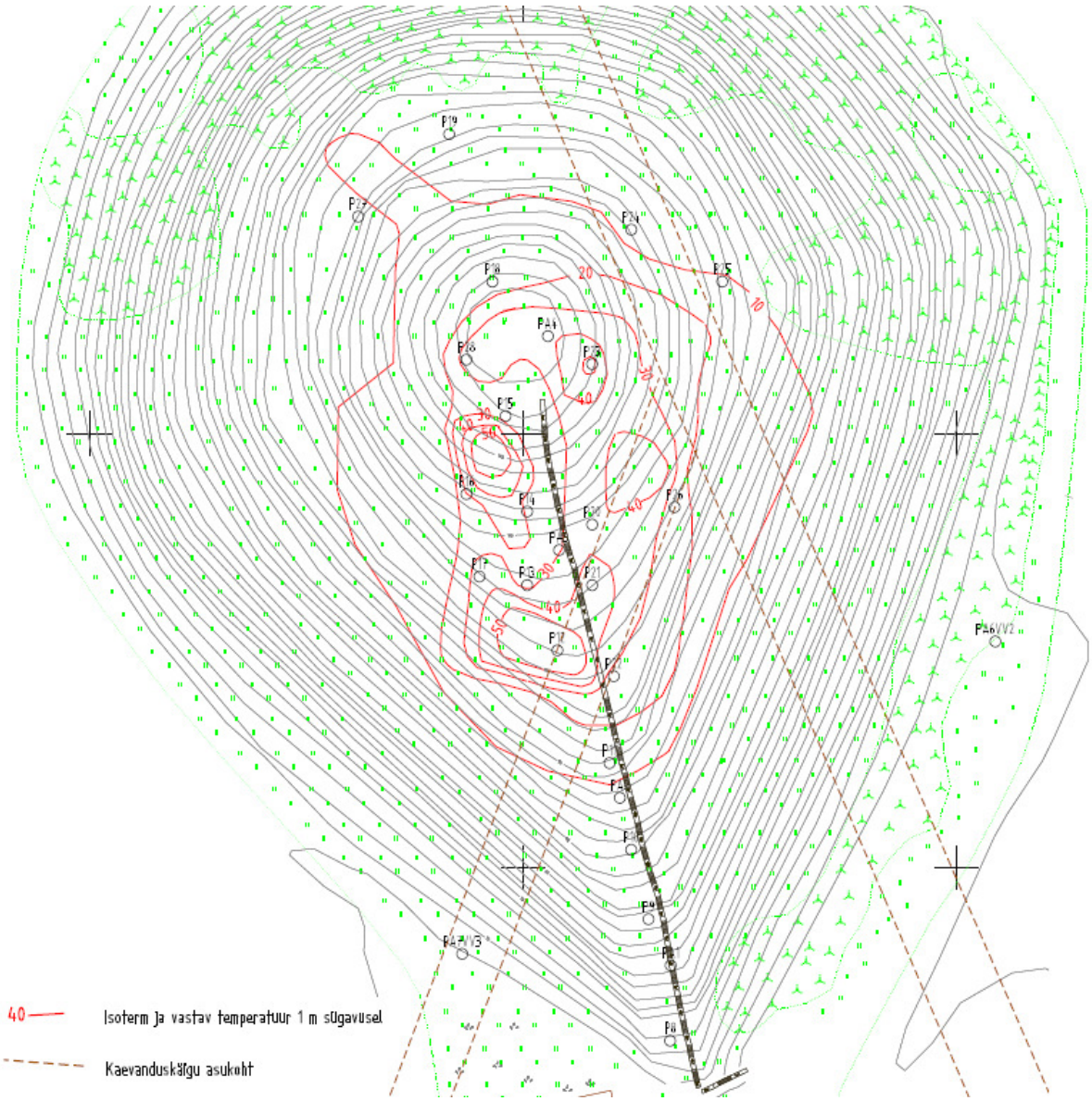
- poolkoksi orgaanilise osa reageerimine hapnikuga, mis võib olla mikroorganismide poolt katalüüsitud või keemiline (põlemis-)protsess.

Esmane protsess, mis põlevkivi aheraine ladestutes toimuma hakkab, on püriidi oksüdeerumine. Püriidi oksüdeerumine on tugevalt eksotermiline reaktsioon, mille käigus vabaneb suur hulk soojust. Kaasnev temperatuuritõus lasundi ülaosas tekitab õhu konvektsioonvoolusid, kus õhk siseneb läbi nõlva ning tekkinud gaasid väljuvad lasundi ülaosast. Konvektsioon võib põhjustada mitmesajakraadiseid temperatuuritõuse, mille tõttu võib omakorda süttida orgaaniline materjal. Püriidi oksüdeerumine on küllaltki kiire reaktsioon ning arvatavasti on protsess praeguseks ajaks vähemalt pinnakihtides lõppenud, millele viitab ka ulatusliku levikuga punaka karbonaatse materjali esinemine lasundis.

Kuna aherainepuistangu täitmine toimus kiiresti (6 aastaga ladestati 650 000 m^3 aherainet), ei jõudnud püriidi oksüdeerumise tõttu kuumenenud materjal kiire täitmise tingimustes jahtuda ning tekkisid konvektiivsed õhuvoolud, mis süütasid lasundi ülaosas orgaanikarikka aheraine põlema (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Käesoleval ajal pole kuumenemine mäe sees täielikult lõppenud. IPT Projektijuhtimine OÜ poolt 2015.a koostatud uuringute aruandest nähtub, et maapinnast 0,8 m sügavusel võib mäe temperatuur olla kuni 46°C, 1,6 m sügavusel 99°C ning 5 m sügavusel 102°C.

Joonisel 2.4. on näha, et Kukruse aherainemäe kõige kuumemad kohad paiknevad mäe harja läheduses suunaga lõunanõlvale. Lisaks on kuumenemiskolle paiknenud ka ladestu tuumas (joonis 2.3), kus mineraloogilise analüüsi alusel on temperatuur ületanud 800 °C.



Joonis 2.4. Kukruse aherainemäe isotermid 1 m sügavusel maapinnast (alus: IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Maetud setete soojusjuhtivus on reeglina halb, mis tagab soojuse akumuleerumise ja tõusmise isesüttimiseks vajalike temperatuurideni. Ka niiskuse roll on kuumenemisel oluline, kuna piisava niiskuse juures tekkivad oksüdeerumisprotsessides vahepealsed lagunemisproduktid, mis omakorda soodustavad süttimist. Osa algsest temperatuuritõusust lasundis on seotud ka reaktiivsete oksiidide ja sulfiidide (peamiselt CaO ja CaS) hüdratiseerumisega (Talviste, Kirsimäe, Puura, 2012). Põlevkivi soojusmahtuvus on ligikaudu 1,05 J/kg°C, jäädes võrreldes vee soojusmahtuvusega (ligikaudu 4,2 J/gK°C) ligi neli korda madalamaks. See tähendab, et põlevkivi temperatuuri tõstmiseks on vaja neli korda vähem soojust kui vee temperatuuri tõstmiseks (Jürs, E., 2015). Kuumenemise tulemusena on Kukruse aherainepuistangus hapnikurikastes tingimustes toimunud põlevkivi põlemine, anaeroobses keskkonnas põlevkivi utmisprotsess.

2.3.2 Põlemine

AS Maves (2004) alusel on aherainemägi põlenud aastatel 1967-1972 ja 1976-1977. Kukruse kaevanduse töötaja sõnul täheldati esimesi kuumenemisilminguid juba 1965. a. (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015). Põlevkivi aherainemägede süttimisel 1960-ndate lõpus loeti

peamiseks põhjuseks aheraine ülekriitilist põlevkivi sisaldust, mis käsitsirikastamise tõttu oli aheraine sisse jäänud. Kõrgenenud põlevkivi sisaldust võis võimendada tükilise materjali fraktsioneerumine puistamisel, mistõttu tekkisid lasundis alad, kus põlevkivi sisaldus on keskmisest oluliselt kõrgem (Talviste, Kirsimäe, Puura, 2012). Mineraloogilise koostise põhjal saab öelda, et temperatuurid mäe sees on ulatunud vähemalt 800°C-ni (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Kukruse aherainemäe süttimist võisid soodustada (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015):

- kõrge koonilise kujuga lasund;
- materjali gravitatsiooniline fraktsioneerumine, mille tõttu jäi peenem orgaanilise aine rikas materjal ladestu ülaossa ning jämepurdne materjal nõlvadele;
- järsud nõlvad, kust sai toimuda õhu juurdevool;
- ülalt täitmise tõttu tekkinud harja poole suunduvate jämepurdsete tsoonide olemasolu;
- võimalik õhu juurdepääs Kukruse kaevanduse kaudu, eelkõige lasundi keskosasse jäävast endise kaevanduse tuulutusavast;
- aherainemäe suhteliselt kiire täitmine.

Põlemiskolded on paiknenud puistangu tuumas ning nõlvadel, kus õhu juurdepääs kõige paremini tagatud oli (joonis 2.3). Kustutustööde tulemusel summutati ladestu põlemine 1970. aastate lõpuks. Kustutustööde käigus lükati terav tipp lamedaks ning tõenäoliselt kujundati laugemaks ka nõlvu. Nõlvad haljastati, selleks veeti kohale täiendavat pinnasmaterjali, sest taimedele sobivat kasvukihti aherainepuistangul ei olnud (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

2.3.3 Utmine

Kukruse aherainemägi on pikaajaliselt põlenud, kuid mäe sees, kus temperatuurid on püsivalt üle 300 °C ning õhu juurdepääs takistatud, toimub põlevkivi utmine põlevkiviõliks ja poolkoksiks. Utmisvöönd on kujunenud põlenguvööst kõrgemal paiknevas ladestu osas, kuna nõlvadest sisse liikuv hapnik tarvitati tõenäoliselt ära juba põlemisvööndis. Utmise protsessi toimumist tõestab amorfse süsiniku teke ning mäepinnale moodustunud naftaproduktidega küllastunud pinnasekihid (joonis 2.5), mis on tekkinud mäe seest tulevate naftaaurude kondenseerumisel madalamal temperatuuril pinnakihis. IPT Projektijuhtimine OÜ poolt 2015. a teostatud mõõtmistulemuste alusel oli naftaproduktide summaarne sisaldus maapinnalt võetud proovis mõõtmispunktis T7 13 000 mg/kg.

Joonis 2.5. Utmisest tingitud põlevkiviõli kondenseerumine maapinnalähedastes kihtides (foto: IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Põlevkivi utmisel lagunevad püriit ja markasiit metallide sulfiidideks ja vabaks väävliks. Metallide sulfiidid lähevad poolkoksi koosseisu. Vaba väävel ühineb kõrgel temperatuuril ja leeliselises keskkonnas uttegaasides oleva vesinikuga, emiteerudes väävelvesinikuna (H_2S).

Temperatuuri tõusmisel eraldub kõigepealt põlevkivist hügroskoopne vesi ning põlevkivisse seotud CO_2. Termiline lagunemine algab põlevkivi värvuse muutumisest tumedamaks ja lõhna ilmumisest, mis toimub temperatuuril 170...180°C. Rebenevad lahti kerogeeni makromolekuli perifeersed, hapnikku ja väävlit sisaldavad funktsionaalsed rühmad, aga ka vesinik. Eralduvateks gaasideks on CO_2, H_2S, CO, H_2 ja veeaur. Temperatuurivahemikus 320...390°C toimub kerogeeni bitumeniseerumine, tekib esmane püro- ehk termobituumen, mis ei ole nendel temperatuuridel veel täielikult lenduv, väljudes agregaadist aurugaasisegu koosseisus ainult osaliselt.

Edasisel temperatuuri tõusmisel toimub raskeõlide lagunemine kergemateks õlideks. Tekivad erinevad süsivesinikud, milles lahustub ka esmane pürobituumen, moodustades sekundaarse pürobituumeni. Tekkinud süsivesinikud, hapnikühendid ja teised nn sekundaarsed aurustuvad komponendid on juba võimelised lenduma, seega minema aurugaasisegu koostisse. Gaasi koostisesse ilmuvad metaan ja teised küllastatud süsivesinikud, suureneb vesiniku sisaldus gaasis. Vesiniku osatähtsus on seda suurem, mida kõrgem on temperatuur.

Pärast aurude kondenseerimist tekib süsivesinike vedel segu – toorõli. Mittekondenseerunud süsivesinikud ja gaasid moodustavad põlevkivigaasi. Kuna kerogeeni krakkumine, samuti ühendite termiline lagunemine ja pürolüüs toimuvad edasi, siis jätkub ka gaasiliste komponentide, sh H_2S eraldumine.

Põlevkivi utmisel ei jätku vesinikku kogu kerogeenis sisalduva süsiniku viimiseks utmise lendproduktide koosseisu, lisaks väljub protsessist osa vesinikku veena ja väävelvesinikuna, st ilma süsinikuta. Kokkuvõttes jääb osa süsinikku kasutamata, jäädes poolkoksi koosseisu. Igasuguse kõrgmolekulaarse orgaanilise aine (sh süsiniku), mille koosseisus on ka väävliühendid, sisaldus poolkoksis muudab selle loodusele kahjulikuks. Tööstuslikult jääb CO poolkoksi koosseisu 12...22 % ulatuses, karbonaatide lagunemise aste on seejuures kuni 75 % ning tuhasisaldus poolkoksis 67...78 %, teiste allikate kohaselt 88,8...89,5 % (Jürs, E., 2015).

Kukruse aherainemäes toimuva utmisprotsessi tõenduseks on projekti „*Suletud, sh peremeheta jäätmehoidlate inventeerimisnimestiku koostamise II etapi*“ (2012) raames puistangu seest eralduvate aurude koostist kajastavad mõõtmistulemused, mis näitavad, et mäest eralduvates gaasides ületati mõõtepunktides mäe otsas mitmekordselt SO_2, H_2S, CO ja LOÜ (lenduvad orgaanilised ühendid) saasteainete välisõhu kvaliteedi piirväärtusi. Aromaatsetest süsivesinikest esines benseeni, tolueeni ja ksüleene. Mäe otsas mõõdetud H_2S ja CO tasemed olid inimtervisele otseselt ohtlikud ning lisaks ületati 45-kordselt SO_2 häiretaset. Elektromeetriliste mõõtmiste aruande (Jõeleht, 2015) kohaselt võib mäes täheldada vähemalt kahte lõhedesüsteemi, millest ühest väljub aktiivselt kuuma auru. Lõhedest väljuva auru temperatuuriks mõõdeti kuni 100°C.

2.4 Ladestatud jäätmete iseloomustus

Geodeetilise plaani ja 3D mudeli kombineeritud andmete alusel on Kukruse aherainepuistangu kogumaht 774 000 m^3. Kukruse ladestus eraldati vastavalt reostatusele ning tekkeprotsessidele erinevate omadustega materjalid koos esialgsete mahtudega (tabel 2.1). Kukruse A-Kategooria jäätmehoidlas teostatud pinnaseuuringute tulemuste põhjal tuleb tõdeda, et erinevate materjalide paiknemine on ebaühtlane.

Elektromeetriliste mõõtmiste aruandes (Jõeleht, 2015) on välja toodud, et elektrilise tomograafia tulemustel ei ole eritakistuse poolest Kukruse mägi homogeenne ning eristuvad mitu tsooni. Muutumata aheraine esineb mäe lõunaosa jalamil, kus nõlva kaldenurk on väiksem. See on tsoon, kuhu utmise või põlemise protsess pole veel jõudnud.

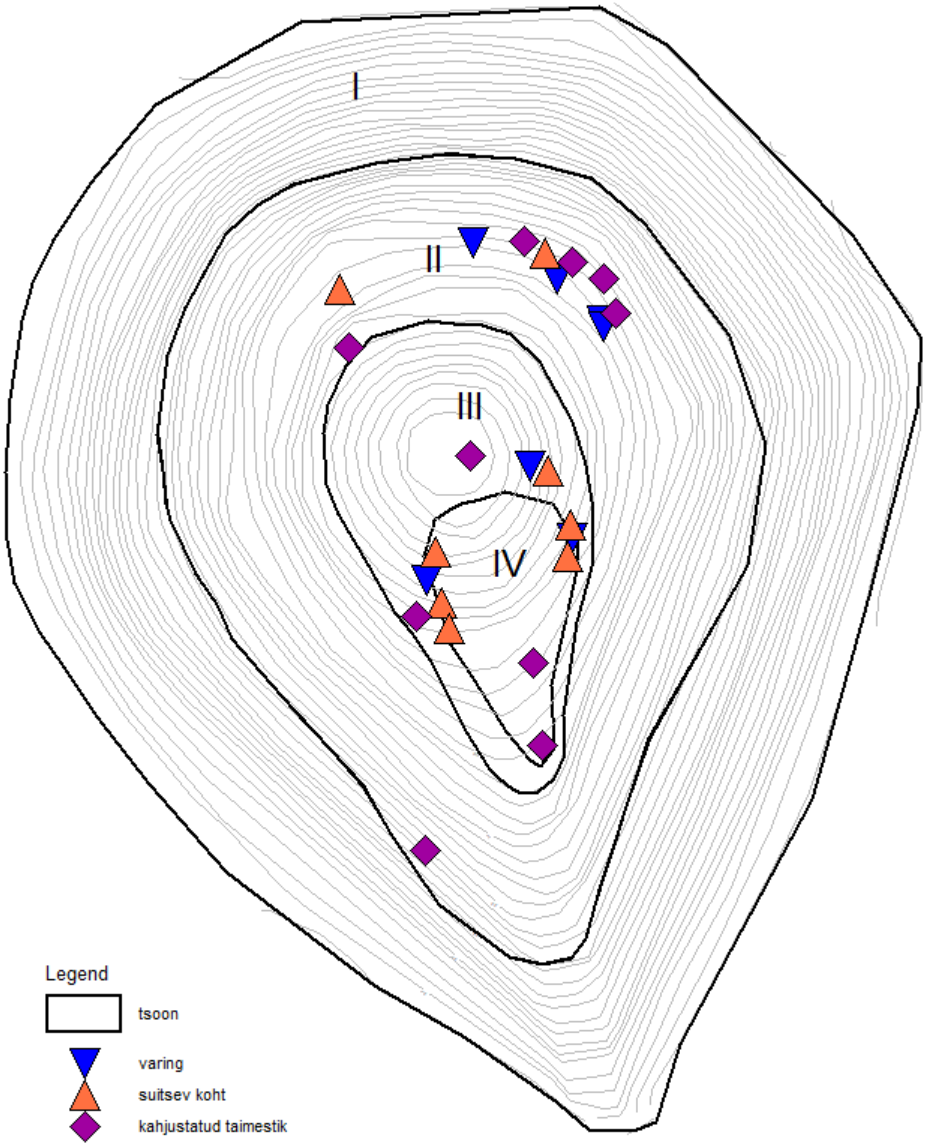
Mäe kesk- ja ülaosas esinevad maapinnalähedases osas suurema eritakistusega materjalid ja füüsiliselt tugevama materjali koorikud. Koorikulaadne kiht on muutliku paksusega ja üldjuhul mäe harja suunas õhenev. Mäe keskosas esineb materjal, mis on erinevas ulatuses termiliselt muutunud (kuni poolkoksistumiseni) aheraine. Kõige madalamad eritakistused seostusid selgelt kohtadega, kus lõhedest kerkis auru. Kukruse mäe madalad eritakistused iseloomustavad kuumemat osa, kus soe vesi ja aur muudab kivimi elektritjuhtivamaks.

Mäe sisemuses levib ulatuslikult väikese eritakistusega materjal, mida puurimiste alusel saab seostada kuumutamisel muutunud aherainega. Kivimite madalat eritakistust saab selgitada kõrgenenud temperatuuri, pH ja vee suurenenud soolsuse koosmõjuga, kuid eritakistus võib peegeldada ka kunagi toimunud muutuste jääknähtusid (poorivee kõrgenenud pH ja soolsus).

Ladestu koostis on kujunenud minevikus toimunud ja praegu kestvate protsesside tulemusena, mistõttu on välja kujunenud teatud seaduspärasused. Geofüüsikaliste profiilide ja puurimisandmete järgi on ladestus olevad materjalid jagatud viide erinevasse tsooni (tabel 2.1 ja joonis 2.6).

Tabel 2.1. Kukruse aherainepuistangus esinevad materjalid ja nende mahud (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Materjalid		**Maht (m^3)**	
			Sellest reostunud
Mäe maht geodeetilise plaani alusel		**770 000**	
I tsoon	Täide ja peamiselt lubjakivist koosnev kuumenemisilminguteta aheraine mäe jalamil ning lõunaosas	150 000	-
II tsoon	Karbonaatne põlenud-oksüdeerunud materjal	380 000	-
III tsoon	Utmisjääk	132 000	Hinnanguliselt 1/3
IV tsoon	Kuumenemistunnusteta aheraine ja peenpõlevkivi	60 000	Hinnanguliselt 1/4
V tsoon	Pindmine mullane täitekiht, mis on valdavas osas aheraine segune kasvupinnas	48 000	5000



Joonis 2.6. Kukruse aheraine mäes paiknevate materjalide tsoonid ning varingutega, suitsevad ja kahjustatud taimestikuga kohad (alus: IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Selguse mõttes toome välja, et kuna V tsoon moodustub õhukesest pinnakihist üle terve puistanguala, siis joonisel 2.6 seda eraldi tsoonina näidatud ei ole. Alljärgnevalt kirjeldatakse erinevates tsoonides paiknevate materjalide omadusi ning reostusastet vastavalt läbiviidud uuringutele.

2.4.1 Tsoon I - täide ja peamiselt lubjakivist koosnev termilise muundumiseta aheraine

Tsoon I paikneb ladestu jalamiosas, kus materjal koosneb valdavalt jämepurdsest karbonaatsetest kuumenemisilminguteta veeristest, mis on ilmastiku tingimustes osaliselt murenenud. Jalamile võidi kustutus- ja planeerimistööde käigus lükata kõrgemalt ka muud materjali (põlevkivi, poolkoksistunud ja reostunud materjal). Suure tõenäosusega on aheraines sisalduv püriit selles tsoonis ammu oksüdeerunud, mistõttu pole iseeneslik kuumenemine enam tõenäoline.

Peamiselt lubjakivist koosnev põlevkivi ja püriidi osalusega materjali ligikaudne maht on 150 000 m^3, moodustades mäkke ladestatud materjali kogumahust *ca* 19,5 %. Vastavalt OÜ IPT Projetkijuhtimine poolt läbi viidud mineraloogilisele uuringule (2015) esineb sellises materjalis püriiti 0,5…1,6 % ning orgaanilist materjali 4…30,2 %-ni. Seejuures sisaldab mittetootsas kihis asuv lubjakivi juba ise kuni 12 % orgaanikat, ülejäänud orgaanilise materjali sisaldus tuleneb peenpõlevkivi esinemisest aheraines. Mineraloogiliselt sisaldab antud materjal kõige enam kaltsiiti (ligi 50 %), seejärel dolomiiti (16 %), kvartsi (12 %) ja K-päevakivi (8 %).

Saasteainete sisalduse selgitamiseks võeti tsoonist kaks pinnaseproovi. Naftaproduktide (C_{10}-C_{40}) sisaldus ületas elumaa piirarvu, kuid jäi oluliselt väiksemaks tööstusmaa piirarvust. PAH, BTEX ja fenoolide sisaldus jäi alla määramispiiri. Antud tsoonis ei ole tõenäoline tööstusmaa piirnormi ületava reostuse esinemine, kuna aeroobsetes tingimustes naftaproduktid lagunevad, samuti võivad need olla hea veejuhtivusega osas sademevee poolt välja kantud. Kokkuvõttes esineb antud tsoonis reostumata materjal.

2.4.2 Tsoon II - karbonaatne põlenud-oksüdeerunud materjal

Endised põlemiskolded paiknevad vööna alal, mis on piiratud absoluutkõrguste vahemikuga 80...95 m. Materjali hinnatavaks mahuks on 380 000 m^3, moodustades mäe kogumahust ligi 49 %.

Kõrgete temperatuuride (>800°C) olemasolust antud piirkonnas annab kinnitust mineraloogilise koostise analüüs, mis näitab kõrgetemperatuuriliste erimite (periklaas, meliliidifaasid) esinemist. Võrreldes aheraine algse mineraloogilise koostisega, on sellest dolomiit praktiliselt kadunud, kaltsiidi lagunemisel tekkinud lubjast (CaO) on moodustunud portlandiit [$Ca(OH)_2$], mille hilisemal reageerimisel CO_2-ga tekib sekundaarne kaltsiit. Kohati esineb aurufaasist kondenseerunud aragoniiti, mis ebastabiilse ühendina kristalliseerub ümber kaltsiidiks. Materjali tugevalt punane värvus viitab püriidi oksüdeerumisel tekkinud raua hapnikuühenditele (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Kuna Kukruse puistangusse ladestatud aheraine sisaldas kuni 30 % põlevkivi, on selle põlemisel tekkinud ka põlevkivituhka. Tegemist on mineraloogiliselt kõige rohkem muutunud materjaliga, mille koostises on ka põlevkivituhale iseloomulikke faase. Karbonaatse materjaliga kokku puutudes omandas vesi aluselise reaktsiooni, laboris mõõdetud pH väärtused jäid vahemikku 9,9…12,57. Kõige kõrgema pH-ga proov sisaldas >25 % portlandiiti, mis on kokkupuutel veega kõrge pH allikaks (IPT projektijuhtimine OÜ, 2015).

Tuhakoostise määrab suuremal jaol ära põlemise temperatuur ning põlevkivisisaldus aheraines. Põlevkivituhk koosneb põhiosas oksiididest (tabel 2.2). Põlevkivi mineraalosas leiduvad

karbonaadid ($CaCO_3$ ja $MgCO_3$) lagunevad nõrgemal või tugevamal kuumutamisel, eraldades süsihappegaasi (CO_2) vastavalt võrranditele (Jürs, E., 2015):
$CaCO_3 = CaO + CO_2$,
$MgCO_3 = MgO + CO_2$.

Põlevkivi põlemisel, mis toimub hapnikuga varustatud keskkonnas, põlevad ära kõik väävliühendid, andes saaduseks metallide oksiide ja vääveldioksiidi (SO_2). Metallide oksiidid lähevad tuha, vääveldioksiid suitsugaaside koosseisu (Jürs, E., 2015).

Tabel 2.2. Põlevkivituha keskmine koostis (Jürs, E., 2015).

Põlevkivituha koosseis (%)						
SiO_2	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	SO_3	K_2O (Na_2O) jt
31	39	7,8	5,8	4,5	4,5	7,4

Kuna aherainepuistangu põlemine on kestnud aastaid ning sama kaua on saanud põlemise tagajärjel tekkinud kustutamata lubi (CaO) veega ja õhuga kokku puutuda, võib eeldada, et osaliselt on lubi tänaseks päevaks puistangus kustunud. Lubja kustutamine toimub järgmiste valemite alusel:
$CaO + H_2O \Rightarrow Ca(OH)_2$,
$Ca(OH)_2 + CO_2 \Rightarrow CaCO_3 + H_2O$.

IPT Projektijuhtimine OÜ poolt 2015. a teostatud mineraloogiline analüüs näitab, et II tsooni materjalis ei esine kaltsiumoksiide, kuid kuni 52 % võib materjalis olla portlandiiti ($Ca(OH)_2$). Seega pole lubja kustumine täielikult lakanud ning osaliselt on lubi hüdratiseerunud kujul. Kustutamata lubja kustutamine veega kokkupuutel toimub kiiresti, valdav osa lupja hüdratiseerub 24 h jooksul (Mõtlep *et al*, 2010).

II tsoonis esinev põlenud materjal koosneb 59…86 % ulatuses kaltsiidist, vähemal määral esineb selles bassaniiti ja illiiti (tabel 2.3).

Tabel 2.3. Karbonaatse põlenud-oksüdeerunud materjali mineraloogiline koostis ning orgaaniise aine sisaldus (LOI järgi) erinevates puuraukudes (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Kristallilise faasi mineraloogiline koostis massiprotsentides. tr (traces) - mineraal esines väikses koguses. NA - ei analüüsitud.
Mineraalse koostise põhjal on proovid jagatud kolme kategooriasse:

valdavalt põlemata	põlemise/kuumenemise ilmingutega	tugevalt põlenud/ kuumenenud

Proovivõtu-punkt	Proovi keskmi-ne sügavus, m	Materjali tüüp*	Põlevkivi algses koostises						Püriidi oksüd.			Kõrgetemperatuurilised faasid										Evaporiitsed	LOI (550°C)
			Kvarts	Albiit	K-päevakivi	Illiit/K-vilk	Dolomiit	Kaltsiit	Hematiit/ püriit	Bassaniit	Kips	Periklaas	Brussiit	Portlandiit	Meliliit	Akermaniit	Tobermoriit	Wollastoniit	C2S (beliit)	Merviniit	Andradiit	Aragoniit	
PA4	1,45	II	0,4	1,2	1,7	5,2	1,3	72,4		6,2				0,7								9,2	4,6
PA4	3,3	II	0,5	1,3	1,6	5,9	1,5	68,4	0,6	9,8	1,0			0,6								7,9	NA
PA4	5,5	II	1,0		2,7	9,4	1,9	59,6	1,2	6,0	1,7			0,8								14,2	NA
PA9	3,6	II	1,7	1,8	2,4			6,3	2,7		0,9	1,2	5,3	12,8		20,3	1,9	18,5	8,4	4,0	5,4		6,0
PA10	5,5	II	0,5	0,5		7,2		12,2	2,0		0,7	0,7	3,3	26,6		10,4	2,3	10,6	13,0		5,1		9,1
PA11	7,4	II	1,5		1,6	6,0		56,9	2,2		1,3	2,5	1,3			5,6	5,6	11,4			2,5		5,7
PA15	1,7	II	0,5		0,7	1,0	1,7	69,7	0,9			0,8	5,2	9,9		3,3	0,8				3,3		7,1
PA15	5,5	II	1,1	0,5	2,3	2,5	1,7	86,6	1,3														4,0
PA17	3,6	II	0,6		0,8	5,2	0,9	66,3	2,3	2,4	6,6		6,9				3,9						6,9
PA25	7,2	II	0,7		1,1			29,5				0,7	0,5	52,8		3,0							9,1
PA26	7,7	II	0,5	0,6	1,3			31,2	2,1			1,2	2,5	0,7		3,0	16,8	18,6			22,1		6,6
P5Lõhe	0,5	II	0,5		8,1			50,5			3,5			4,4	3,4							3,1	7,0

* I Täide ja peamiselt lubjakivist koosnev aheraine mäe jalami osas
II Karbonaatne põlenud-oksüdeerunud materjal
III Utmisjääk
IV Põlemata aheraine (peenpõlevkivi)
V Pindmine mullane täitekiht e. kasvukiht

Vastavalt karbonaatsele materjalile teostatud kompleksanalüüsile (Terrattest; IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015) jäid saasteainete sisaldused, võrreldes keskonnaministri 11.08.2010 määrusega nr 38 *Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases*, elamumaale kehtestatud sihtarvude piiresse. Kõikides teistes karbonaatse materjali proovides jäi naftasaaduste sisaldus alla tööstustsooni piirnormi: ühes puuraugus üle elamumaa piirnormi, kahes puuraugus alla elamumaa piirnormi ning seitsmes puuraugus alla sihtarvu.

Siiski ei saa antud tsoonis reostunud materjali esinemist välistada. Kuna proovides esines aurufaasist tekkinud aragoniiti, on võimalik ka sügavalt lasundi sisemusest tõusvate naftaproduktide aurude kondenseerumisel tekkinud reostus (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

2.4.3 Tsoon III – utmisjääk koos utmissaadustega

Tsoonis III esinev materjal kujutab endast kuumenenud aherainet, milles orgaaniline aine on hapniku puuduses söestunud. Sisuliselt on hapnikuvajakas ning kõrgete temperatuuridega keskkonnas toimunud põlevkivi utmisprotsess, mille käigus on tekkinud naftaproduktid (põlevkiviõli erinevad faasid) ning utmisgaasid. Gaasid väljuvad mäe sees olevate lõhedesüsteemide kaudu. Tahke osisena tekib poolkoksistumise käigus utmisjääk. OÜ IPT Projektijuhtimine (2015) andmeil on temperatuurid selles tsoonis olnud tõenäoliselt vahemikus 300...500°C, mis pole põhjustanud olulisi muutusi materjali mineraloogilises koostises. Puuduvad kõrgetemperatuurilised faasid ning säilinud on dolomiit.

Utmisjääk koosneb mineraal- (85…88 %) ja orgaanilisest osast (12…15 %) (AS Maves, 2010). Seda kinnitab ka Kukruse aherainemäe mineraloogiline uuring (tabel 2.4), kus orgaanikasisalduseks utmisjäägis mõõdeti 9,5…17 %. Suurema osa poolkoksi mineraalosast on sarnane Eesti savikatele karbonaatkivimitele. Tähelepanu väärivad suhteliselt suur väävli sisa1dus (1,7…2,1 %), mis on tüüpiline põlevkividele ja CO_2 liialt väike sisaldus võrreldes CaO ja MgO-ga. Need komponendid on osa1ise1t aktiveeritud põlevkivi utmisprotsessi käigus ja moodustavad liikuvaid ühendeid, mis võivad mõjutada ümbruskonna vee koostist (AS Maves, 2010). Aruandest „*Poolkoksi keskkonnaohtlikkuse määramine*“ (Keskkonnauuringute Keskus, 2003) selgub, et tööstuslikes tingimustes tekib põlevkivi utmisel poolkoksi kogumassist kuni 66 %.

Tabel 2.4. Kukruse aherainemäes eisneva utmisjäägi mineraloogiline koostis ja orgaanilise aine sisaldus (LOI järgi) erinevates puurkaukudes (OÜ IPT Projektijuhtimine, 2015).

Kristallilise faasi mineraloogiline koostis massiprotsentides. NA - ei analüüsitud.
Mineraalse koostise põhjal on proovid jagatud kolme kategooriasse:

	valdavalt põlemata		põlemise/kuumenemise ilmingutega		tugevalt põle-nud/ kuumenenud

Proovi ötu-punkt	Proovi keskmi-ne sügavus, m	Materjali tüüp*	Põlevkivi algses koostises						Püriidi oksüd.			Kõrgetemperatuurilised faasid					Evapo-riitsed	LOI (550°C)
			Kvarts	Albiit	K-päevakivi	Illiit/K-vilk	Dolomiit	Kaltsiit	Hematiit/ püriit	Bassanit	Kips	Periklaas	Brussit	Portlandiit	Meliliit	Wollastonit	Aragonit	
PA2	3,6	III	1,8		2,7	4,9		80,2	0,5		1,6	1,5		0,4	1,8		4,2	NA
PA3	0,3	III	1,1		3,4	14,1	1,6	69,5	0,9		1,7	1,2		0,7			5,4	NA
PA4	7,7	III	9,7		7,1	9,4	18,3	49,5		1,8							2,1	NA
PA4	9,5	III	6,0		4,3	7,3	13,6	56,1		5,0							5,7	NA
PA12	5,7	III	10,1	0,9	4,4	1,5	13,1	62,5	0,9	1,1								9,5
PA13	1,6	III	11,5	0,8	7,7	8,3	1,6	65,8	0,8									11,4
PA15	6,9	III	15,6		8,2	8,9	14,4	44,3	1,3	0,8								17,0
PA16	7,7	III	10,5		7,4	6,4	16,5	53,2	0,8									10,4
PA20	1,5	III	8,6	0,7	4,9	2,1		74,6		4,9			0,8	1,3		1,1		12,1

* I Täide ja peamiselt lubjakivist koosnev aheraine mäe
II Karbonaatne põlenud-oksüdeerunud materjal
III Utmisjääk
IV Põlemata aheraine (peenpõlevkivi)

Vastavalt keskkonnaministri 06.04.2004 määrusele nr 102 *Jäätmete, sh ohtlike jäätmete nimistu* kuulub poolkoks ohtlike jäätmete nimistusse koodiga 05 06 98*. Tegemist on keskkonnale kahjuliku jäätmega, mis kuulub klassi H14 – ökotoksilised või keskkonnaohtlikud ained ja valmistised, mis põhjustavad või võivad põhjustada kas kohe või aja jooksul ohtu ühele või mitmele keskkonnakomponendile. Kukruse aherainepuistangus asub hinnanguliselt 132 000 m^3 utmisjääki, millest 44 000 m^3 (1/3) on reostunud põlevkiviõlisaadustega. Utmisjääk moodustab mäe kogumahust ligi 17 %.

<u>Ohtlikud ained III tsoonis</u>
Kukruse aherainepuistangu geoloogilistest- ja hüdrogeoloogilistest uuringutest tuleb välja tõsiasi, et naftaproduktidega (st põlevkiviõliga) küllastunud kihid jäävad mäe pindmisse kihti (naftaaurud on kondenseerunud temperatuuri langusel pinnakihis) ning mäe jalamil, mis viitab raskete õlisaaduste liikumisele gravitatsioonijõul allapoole. Teada on, et utmisjäägid on jõudnud ka põhjavette, seda juba 1960. ndate lõpus.

Saasteainete sisalduste mõõtmistulemused jäätmehoidlas (OÜ IPT Projetijuhtimine, 2015) näitavad, et neljas puuraugus ületavad utmisjäägis olevad naftaproduktid tööstusmaale kehtestatud piirarvulisi väärtusi (tabel 2.5). Kõrgeim naftaproduktide sisaldus ulatus 35 000 mg/l (tööstusmaa piirav on 5000 mg/l). Ühes puuraugus ületati elamumaa piirnormi aromaatsete süsivesinike sisalduse osas ning kahes puuraugus elamumaa piirnormi polütsükliliste aromaatsete süsivesinike (PAH) osas. Ühe puuraugu (P4) osas teostati kompleksanalüüs (Terrattest), mis näitas aromaatsetest süsivesinikest benseeni sisalduse ületamist üle tööstusmaa piirnormi.

Tabel 2.5. Ohtlike ainete sisaldused III tsoonis paikneva materjali erinevates puuraukudes (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

KKM määrus nr 38 Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases (11.08.2010)															
			Proovivõtukoht	**PA2**	**PA12**			**PA13**		**PA15**	**PA16**		**PA18**	**PA20**
			Materjali tüüp*	**III**	**III**	**III**	**III**	**III**	**III**	**III**	**III**	**III**	**III**	**III**
Sihtarv	Piirarv elumaal	Piirarv tööstusmaal	Proovi sügavus. m	3,65	1,6	5,7	11,8	1,6	7,7	6,9	1,6	7,7	7,8	1,5
			Kuivaine % (kaal)	76,2	81,9	89,8	92,8	78,7	85,5	88,7	84,4	84,3	75,9	89,9
Naftaproduktid														
			(C10-C12)	<3.0	890	37	150	22	30	230	640	130	3,9	7500
			(C12-C16)	<5.0	8700	260	640	120	280	87	9100	1900	9,7	25000
			(C16-C21)	<6.0	1200	74	120	51	93	200	350	670	<6.0	1400
			(C21-C30)	<12	290	36	890	18	21	2600	13	29	<12	520
			(C30-C35)	<6.0	34	15	730	9,5	<6.0	1700	<6.0	9,6	<6.0	200
			(C35-C40)	<6.0	10	<6.0	330	<6.0	<6.0	760	<6.0	<6.0	<6.0	110
100	500	5000	Sum (C10-C40)	<38	11000	420	2900	220	430	5600	10000	2800	<38	35000
Aromaatsed süsivseinikud (BTEX)														
0,1	0,5	5	Benseen	<0.050	0,12	0,14				1,2				
0.1	3	100	Tolueen	<0.050	0,78	0,53				9,4				
0.1	3	50	Etüülbenseen	<0.050	0,84	0,31				6,7				
			o-Ksüleen	<0.050	1,7	0,42				10				
			m.p-Ksüleen	<0.050	1,2	0,4				6,9				
0,1	5	30	Ksüleenid (sum)	<0.10	2,9	0,81				17				
1	10	100	BTEX (sum)	<0.25	4,7	1,8				34				
Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH)														
1	5	50	Naftaleen		25	1,9				0,93				
1	5	40	Atsenaftüleen		1	0,079				<0.050				

			Atsenafteen		3,9	0,16				<0.050				
			Fluoreen		0,81	0,026				<0.050				
1	5	50	Fenantreen		0,54	0,31				2,1				
1	5	50	Antratseen		0,15	0,055				1,2				
			Fluoranteen		0,2	0,058				0,39				
1	5	50	Püreen		0,77	0,16				5,6				
			Benso(a)anthratseen		0,63	0,074				6,8				
0,5	2	20	Krüseen		1,2	0,12				3,4				
			Benso(b)fluoranteen		0,42	0,022				1,2				
			Benso(k)fluoranteen		0,069	<0.010				0,22				
0,1	1	10	Benso(a)püreen		0,033	0,025				3,3				
			Dibenso(ah)antratseen		0,19	<0.010				0,95				
			Benso(ghi)perüleen		0,25	0,026				2,2				
			Indeno(123cd)püreen		0,13	<0.010				0,38				
			PAH 10 VROM (sum)		28	2,6				21				
5	20	200	PAH 16 EPA (sum)		35	3,1				28				
		ületab tööstusmaa piirarvu												
		ületab elumaa piirarvu												

Poolkoksi keemilise koostise ja selle keskkonnaohtlikkuse uuringu (OÜ Keskkonnauuringute Keskus, 2003) järeldustest selgub, et:

- üldorgaanilise süsiniku (TOC) sisaldus poolkoksis on 12…14 massi %;
- värskest poolkoksist eraldub fenoole *ca* 22 mg/kg poolkoksi kohta; 10 a vanusest poolkoksist eraldus 8 mg/kg fenoole;
- poolkoksist eraldatud polüaromaatsete süsivesinike (PAH-de) kogused eri vanusega poolkoksis oluliselt ei erinenud, nende sisalduseks poolkoksis oli määratud 8,1…13,3 mg/kg (0,00081…0,00133 massi %);
- kergesti lenduvate ühendite (VOC) sisaldus 10 a vanuses poolkoksis on väike.

Seega saab eeldada, et fenoolide eraldumine poolkoksist ajaga väheneb, samal ajal kui PAH-ühendeid leostub poolkoksist välja kogu aeg, sõltumata poolkoksi vanusest.

Poolkoksi orgaanilise osa komponentideks on lagunemata või osaliselt lagunenud kerogeen ja vaba süsinik (8…14 %), bitumenoidid (0,6…2,1 %) ning muud saasteained, sh ka kantserogeenid (0,0008…0,0014 %). Lisaks sisaldab põlevkivi poolkoks ka sulfiide ja põlevkiviõli jääke, mis samuti on käsitletavad ohtlike ainetena (OÜ Keskkonnauuringute Keskus, 2003). Poolkoksi ladestusalade keskkonnauuringu (AS Maves, 2001) andmetel võib poolkoksis olla veeslahustuvate soolade, millest kõige ohtlikumad on sulfiidid; sisaldus olla 0,3…1,1 g/kg.

Uttegaasid ja -vesi

Põlevkivi utmisel on saadusteks poolkoks, õli, uttevesi ja gaasid. Protsessis tekkinud uttevesi on ringluses mäe sees ning selle koosseisus olevad ühe- ja kahealuselised fenoolid, happed, ketoonid (nt atsetoon) ja alused (nt püridiin, ammoniaak) on osaliselt koos mäest väljanõrguva veega jõudnud ka põhjavette.

Uttegaasid eralduvad pidevalt mäe sees olevate lõhedesüsteemide kaudu. Uttegaaside koostis sõltub suuresti nende tekketemperatuurist (tabel 2.6): 250°C juures on gaasi saagis väike, aga selles on väga kõrge süsinikdioksiidi (CO_2) sisaldusega. Väävelvesiniku (H_2S), süsinikoksiidi (CO) ja ka metaani (CH_4) eraldumine algab juba temperatuuril alla 300°C ja suureneb edasisel temperatuuri tõusul üha enam. Väävelvesiniku ja süsinikoksiidi eraldumine on suurim temperatuuridel 350...450°C. Metaani sisaldus gaasis kuni temperatuurini 450°C jääb 20 % piiridesse, kuid kasvab järsult, olles 600°C juures 44 %. Utmisel üle 450°C muutub oluliseks gaaside produktsioon ning taandub põlevkiviõli teke, mis tähendab, et suur osa orgaanilisest ainest jääb poolkoksi (tabel 2.7; Jürs, E., 2015).

Tabel 2.6. Uttegaasis esinevate gaaside koostis ning nende mahuprotsendiline jaotumine vastavalt utmistemperatuurile (Jürs, E., 2015).

Tempe-ratuur °C	Gaasi saagis, l/kg	sealhulgas (mahuprotsentides)					
		H_2S	CO_2	CO	H	C_nH_m	CH_4
250	1,42	0	80,5	0	2,2	0	0
300	0,88	3,6	65,5	5,0	8,7	0	10,8
350	4,73	15,0	55,4	10,2	5,2	0	13,7
400	9,40	36,3	21 8	20,3	10,1	6,7	17,1
450	23,0	20,4	19,8	13,4	18,0	7,0	19,0
500	39,0	14,3	17,8	5,7	22,0	10,0	35,0
550	46,0	13,8	15,1	7,1	19,5	9,8	37,3
600	48,0	12,2	14,7	8,5	13,8	8,5	43,9

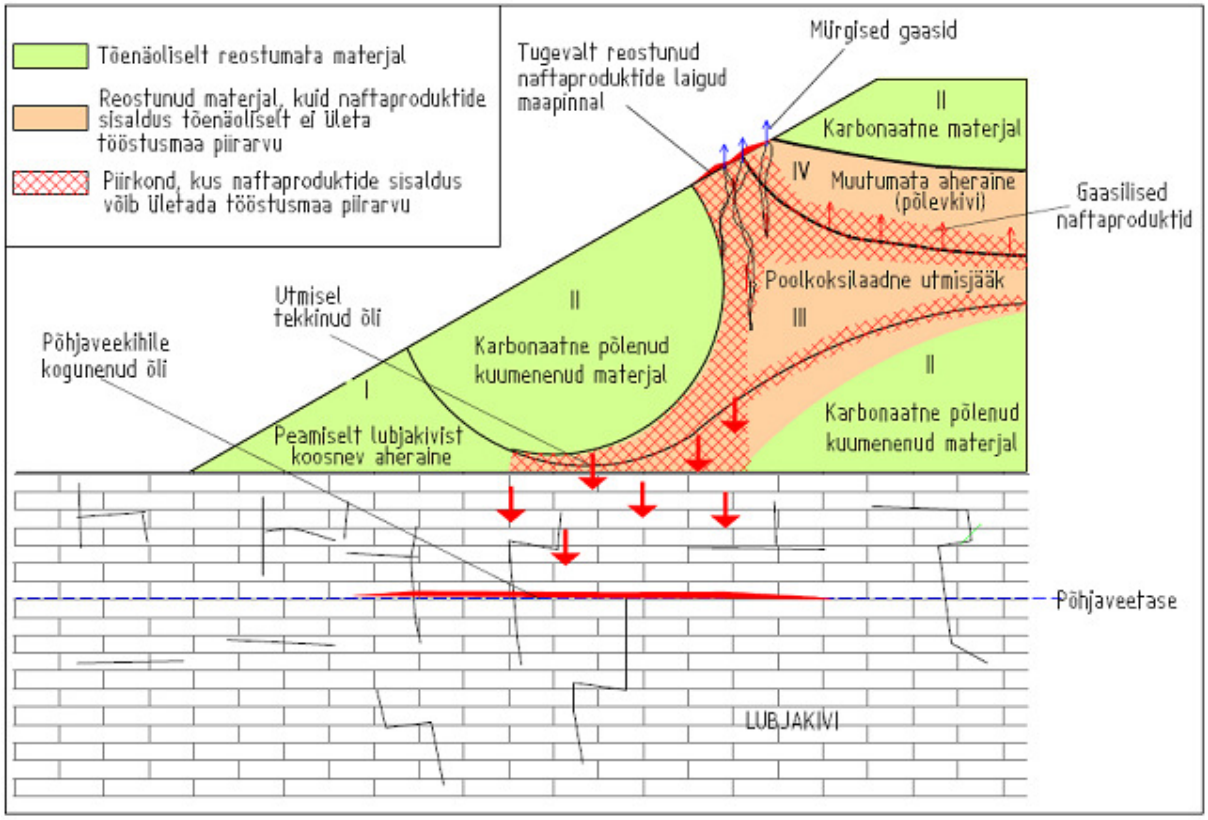
Tabel 2.7. Uttegaaside ja põlevkiviõlide teke sõltuvalt protsessi temperatuurist (Jürs, E., 2015).

Kuumutamise kiirus 12°/min			Kuumutamise kiirus 50°/min		
Tempera-tuur, °C	Saagis kerogeenist, %		Tempera-tuur, °C	Saagis kerogeenist, %	
	Bituumen	Lenduvad		Bituumen	Lenduvad
274	5,17	3,02	425	20,5	12,4
356	7,15	6,08	450	35,8	25,2
420	20,9	21,4	475	43,5	48,7
442	35,6	45,3	510	2,5	85,1
444	43,4	48,4			
472	5,4	72,5			
486	3,2	79,0			

<u>Põlevkiviõli</u>

Utmisprotsessi tulemusel on mäkke ladestatud põlevkivirikkast aherainest osaliselt moodustunud utmisjääk koos tekkinud põlevkiviõlidega. Kindlasti ei saa eeldada, et utmistemperatuur on olnud kõikjal piisav protsessi lõpuni viimiseks, seepärast leidub puistangus ka utmisprotsessi vaheprodukte, mida on kirjeldatud alljärgnevalt põlevkiviõli kirjelduses.

Põlevkiviõlidega saastunud materjali esineb mitmes tsoonis (III, IV ja V). Tugevalt reostunud tsoonid (naftaproduktide sisaldus ületab tööstusmaa piirarve) esinevad maapinnal lasundis olevate lõhede ümbruses, kust tungivad välja utmisgaasid. Samuti võib eeldada tugeva reostuse olemasolu nõlvadel olevate kuumenemiskollete alumises osas, kus utmisel tekkinud õli liigub raskusjõu mõjul sügavamale (joonis 2.7). Hinnanguliselt on naftasaadustega reostunud materjali kogumaht 64 000 m^3, moodustades mäe kogumahust ligi 8 %.



Joonis 2.7. Naftaproduktidega reostunud laigud aherainepuistangu pinnakihis (alus: IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Põlevkiviõli ehk termobituumeni teke algab juba 300°C juures, kuid sellisel kuumusel on protsess väga aeglane. Intensiivsem kerogeeni bitumeniseerumine toimub temperatuurivahemikus 320...390°C, tekib esmane püro- ehk termobituumen. Edasisel temperatuuri tõusmisel toimub raskeõlide lagunemine kergemateks õlideks. Tekivad erinevad süsivesinikud, milles lahustub ka esmane pürobituumen, moodustades sekundaarse pürobituumeni. Tekkinud süsivesinikud, hapnikühendid ja teised nn sekundaarsed aurustuvad komponendid lähevad aurugaasisegu koostisse. Pärast aurude kondenseerimist tekib süsivesinike vedel segu – toorõli (Jürs, E., 2015).

Tabel 2.8. Põlevkiviõli keskmine protsentuaalne elementkoostis (Harzia, H., 2007).

Element	Kogus %
C	81,7
H	10,5
O	6,8
N	0,3
S	0,7

2.4.4 Tsoon IV - kuumenemistunnusteta aheraine ja peenpõlevkivi

Peenpõlevkivi

Puurimisandmete järgi esines helepruuni põlevkivilaadset materjali Kukruse ladestu ülaosas lauge lõunanõlva piirkonnas. Kukersiit on üks paremaid põlevkiviliike maailmas kõrge orgaanilise aine sisalduse (30…45 %) poolest (Kahru, Põllumaa, 2006). Põlevkivi kasulik komponent, kerogeen, kujutab endast orgaanilistes lahustites praktiliselt lahustumatut amorfset kõrgmolekulaarset tahket ainet. Kerogeeni keskmine koostis hõlmab 77,5 % süsinikku, 9,7 % vesinikku, 11,1 % hapnikku, 0,2 % lämmastikku ja 1,5 % väävlit. Seejuures on 68 % väävlist püriitne, 5 % sulfaatne ja 27 % orgaaniline. Kerogeenis leidub vähesel määral ka kloori, vanaadiumi ja teisi taimedes ja loomsetes organismides sisaldunud elemente. Põlevkivi mineraalosa (keskmiselt 65 % põlevkivist) koosneb peamiselt karbonaatidest, savimineraalidest ja kvartsist. Vähem leidub püriiti ja markasiiti (mõlemad valemiga FeS_2) ja teisi mineraale. Karbonaadid pole lihtsalt inertseks komponendiks, vaid aktiivsed mineraalid, mis lagunevad kõrgetel temperatuuridel. Lagunemisprotsessid on endotermilised, mis nõuavad toimumiseks soojust (Jürs, 2015).

Kuigi püriidi sisaldust on põlevkivi mineraalses osas hinnatud kuni 3,1 %-le, siis tabelist 2.9 on näha, et valdav osa püriiti on käesolevaks ajaks peenpõlevkivist ja kuumenemistunnusteta aheraines oksüdeerunud ning selle sisaldus jääb enamasti alla 1,6 %. Peamiselt koosneb IV tsoonis esinev materjal kaltsiidist (34…62 %), dolomiidist (9…24 %), kvartsist (6…19 %) ning illiidist (6…10 %; OÜ IPT Projektijuhtimine, 2015). Raskmetallide sisaldus põlevkivis on üldjuhul väike, nagu see on toodud alljärgnevas tabelis 2.10.

Tabel 2.9. Peenpõlevkivi ja kuumenemistunnusteta aheraine mineraloogiline koostis ning orgaanilise aine sisaldus (LOI järgi) erinevates puuraukudes (OÜ IPT Projektijuhtimine, 2015).

Kristallilise faasi mineraloogiline koostis massiprotsentides. tr (traces) - mineraal esines väikses koguses.

valdavalt põlemata | põlemise/kuumenemise ilmingutega

Proovivõtu-punkt	Proovi keskmi-ne siigavus, m	Materjali tüüp*	Põlevkivi algses koostises						Püriidi oksüd.			Kõrgetempe-ratuurilised faasid	Evapo-riitsed		LOI (550°C)
			Kvarts	Albiit	K-päevakivi	Illiit/K-vilk	Dolomiit	Kaltsiit	Hematiit/ püriit	Bassaniit	Kips	Kristobaliit	Haliit	Sülviit	
PA3	1,6	IV	6,7		4,8	6,4	15,8	62,5	0,6	0,7	0,9				30,2
PA3	5,1	IV	10,3		6,4	9,9	15,9	53,7		0,4		tr	1,0	tr	14,9
PA3	7,7	IV	7,7		4,8	7,5	21,2	54,1	1,4	0,7	0,9	tr	tr		27,0
PA3	9,3	IV	10,5	2,6	5,5	6,5	9,4	60,5	1,4	0,4	1,7				17,3
PA14	3,7	IV	12,4	1,1	6,5	9,5	11,9	53,5	1,0						26,2
PA15	7,5	IV	19,1	1,1	6,4	10,2	19,9	34,2	1,6						29,1
PA20	3,5	IV	12,5		10,3	9,8	24,0	38,6							8,8

*I Täide ja peamiselt lubjakivist koosnev aheraine mäe jalami osas
II Karbonaatne põlenud-oksüdeerunud materjal
III Utmisjääk
IV Põlemata aheraine (peenpõlevkivi)
V Pindmine mullane täitekiht e. kasvukiht

Tabel 2.10. Raskemetallide sisaldus põlevkivis, mg/l (allikas: Maves AS; 2007).

	Hg	Cd	Pb	Ni	Cr	V	Sb	As	Co	Cu	Zn	Mn	Mo
Põlevkivi	0.26	2.83	21.4	13.5	25.9	18.6	0.49	9	3.30	92.2	62	302	3.8

Kuumenemistunnusteta aheraine

Kuumenemisilminguteta aheraine minaraloogilises koostises domineerivad kaltsiit, dolomiit ja kvarts. Orgaanilise aine keskmine sisaldus (massiprotsentides) proovides oli 18,3 %, sisaldus varieerus 8,8...30,2 % (OÜ IPT Projektijuhtimine, 2015). Võrdlusena võib siinkohal tuua käesoleval ajal rikastusvabrikutes rikastatud põlevkivi töötlemisel tekkiva aheraine orgaanikasisaldust, mis on kuni 4 % (Valgma *et al*, 2014). Materjali kogumaht on hinnanguliselt 60 000 m^3, millest kuni ¼ on reostunud põlevkiviõli saadustega.

Tabelist 2.11 nähtub, et IV tsoonis olev materjal on reostunud üle tööstusmaa piirnormi kahes puuraugus naftasaadustega, ühes puuraugus aromaatsetest süsivesinikest ksüleenidega ning ühes puuraugus PAH-ühendistest naftaleeniga.

Tabel 2.11. IV tsoonis esineva materjali saasteainete sisaldused (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

KKM määrus nr 38 Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases (11.08.2010)								
			Proovivõtukoht	**PA3**		**PA9**	**PA14**	**PA22**
			Materjali tüüp*	**IV**	**IV**	**IV**	**IV**	**IV**
Sihtarv	Piirarv elumaal	Piirarv tööstusmaal	Proovi sügavus. m	3,6	7,7	5,8	3,7	1,6
			Kuivaine % (kaal)	86,6	87,6	73,5	86,3	73,2
Naftaproduktid								
			(C10-C12)	2400	560	13	3200	<3.0
			(C12-C16)	10000	2400	31	4000	23
			(C16-C21)	310	460	50	120	<6.0
			(C21-C30)	87	65	110	95	<12
			(C30-C35)	21	18	47	32	<6.0
			(C35-C40)	<6.0	<6.0	28	7,4	<6.0
100	500	5000	Sum (C10-C40)	13000	3500	280	7400	<38
Aromaatsed süsivseinikud (BTEX)								
0,1	0,5	5	Benseen	1,2	0,48		4,6	<0.050
0.1	3	100	Tolueen	8,2	2,4		19	<0.050
0.1	3	50	Etüülbenseen	7,3	2,2		14	<0.050
			o-Ksüleen	14	4,6		34	<0.050
			m.p-Ksüleen	11	3,3		24	<0.050
0,1	5	30	Ksüleenid (sum)	25	8		58	<0.10
1	10	100	BTEX (sum)	42	13		96	<0.25
Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH)								
1	5	50	Naftaleen	170	48			
1	5	40	Atsenaftüleen	<0.010	0,47			
			Atsenafteen	<0.010	1,8			
			Fluoreen	<0.010	0,12			
1	5	50	Fenantreen	0,41	0,2			
1	5	50	Antratseen	0,13	0,033			
			Fluoranteen	0,18	0,17			
1	5	50	Püreen	0,45	0,28			
			Benso(a)anthratseen	0,25	0,12			
0,5	2	20	Krüseen	0,32	0,17			
			Benso(b)fluoranteen	0,13	0,12			
			Benso(k)fluoranteen	0,029	0,038			
0,1	1	10	Benso(a)püreen	0,082	0,087			
			Dibenso(ah)antratseen	0,028	0,022			
			Benso(ghi)perüleen	0,054	0,059			
			Indeno(123cd)püreen	0,038	0,065			
			PAH 10 VROM (sum)	170	49			
5	20	200	PAH 16 EPA (sum)	170	52			
		ületab tööstusmaa piirarvu						
		ületab elamumaa piirarvu						

2.4.5 Tsoon V - pindmine kasvukiht

Pindmine mullane täitekiht koosneb mullasegusest kohati karbonaatsest ja kivisest materjalist. Tsoon III piirkonnas esineb kihis ka musta värvusega utmisjääki. Kiht on muutliku koostise ja paksusega, kohati on mullane kiht nõlvadelt ära kantud. Kasvukihi kogumahuks on hinnatud 48 000 m^3.

Pindmise kasvukihi reostatus on seotud mäe sees toimuvate füüsikalis-keemiliste protsessidega. Utmise tagajärjel tekkinud põlevkiviõli saadused on kondenseerunud pinnakihis ning seetõttu on kuni 5000 m^3 materjali saastunud naftasaadustega. Reostus esineb laiguti ladestu lõunapoolses osas, tsoonide III ja IV piires. Kasvukiht on põhiliselt reostunud naftaproduktide ((C_{10}-C_{40}), üksikud alad ka lenduvatest aromaatsetest süsivesinikest (PTEX) ksüleeni ja benseeniga, polüatsüklilistest aromaatsetest süsivesinikest (PAH) naftaleeni, fenoolide ja kresoolidega (tabel 2.5 ja 2.11).

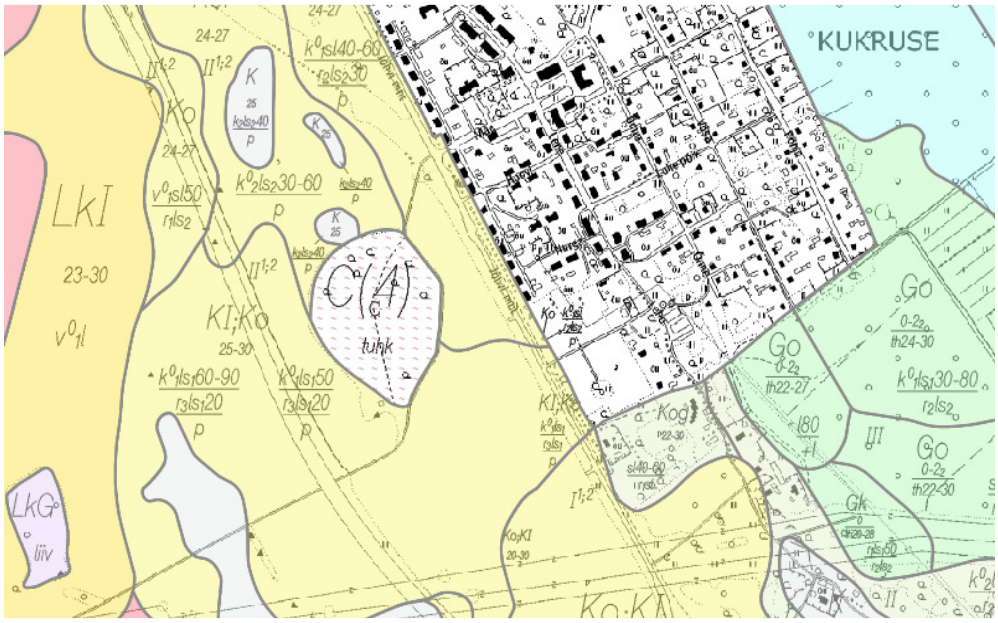
2.5 Ala maastikuline, geoloogiline ja hüdrogeoloogiline iseloomustus

Kavandatava tegevuse objekt paikneb Viru lavamaa maastikurajoonis, mis hõlmab Kirde-Eestis klindist lõunapoole kuni Alutaguse madalikuni ulatuvat paest rannikumaad. Maastiku eripära on kujundanud rõhtkihilise paese aluspõhja maapinnalähedus ja tektoonilistes lõhedes mandrijää kulutav tegevus, Soome lahe klimaatiline mõju nng inimtegevus. Viimane on hoogustunud põlevikivi kasutuselevõtuga: põlevkivi kasutamise ja ümbertöötlemisega on oluliselt muudetud pinnamoodi, põhja- ja pinnavee liikumist, suurendatud asustust ja teedevõrku. Selles maastikurajoonis on muudetud looduslikku keskkonda rohkem kui kusagil mujal Eestis. Kukruse aherainepuistang on näide nimetatud maastikurajooni tehnogeensetest maastikuelementidest.

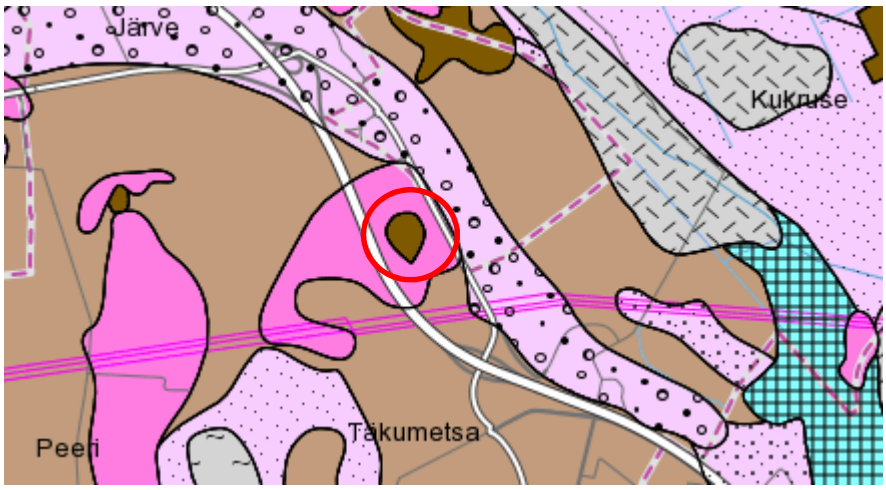
Joonis 2.8. Kukruse aherainemäel kasvav hõre taimestik (allikas: Jõeleht, A., 2015).

Aherainemäele on istutatud puid ning ala on kaetud hõreda taimestikuga (joonis 2.8). Lisaks on aherainemägi määratud pärandkultuuri objektide nimistusse. Aherainemägi paikneb Kohtla-Järve, Käva ja Kohtla-Nõmme piirkonna üleujutusala servaalal.

Maa-ameti kaardirakenduse (2015) alusel levivad Vulkaani kinnistut ümbritseval maa-alal peamiselt leostunud (Ko) ja leetjad mullad (KI), ka koreserikkad leostunud mullad (Kor; joonis 2.9). Mägi ise on kaardile märgitud märgisena C – tuhk. Tegemist on õhukese pinnakattega alaga, kus pinnakatte paksus on alla 1 m (joonis 2.10). Pinnakattes levivad glatsigeensed setted, milleks on peeneteralised möll - ja savipinnased, moreen ja kruus veeristega. Loodusliku pinnakatte paksus ladestu piirkonnas on 0,3...1,5 m. Kohati moreen puudub ning mulla all paikneb vahetult lubjakivi.



Joonis 2.9. Piirkonnas levivad mullad (alus: Maa-amet, 2015).



Joonis 2.10. Piirkonna pinnkatte paksus. Aherainemägi on näidatud punase ringina, õhukese pinnakattega alad on näidatud tumeroosa alana (alus: Maa-amet, 2015).

Keskkonnaregistri (register.keskkonnainfo.ee, 18.12.2014) põhjal on Kukruse aherainemägi määratud üheks kahest endise Kukruse kaevanduse põlenud aheraineladestuseks ehk jääkreostusobjektiks (JRA0000042). Põlenud aherainepuistangutes on kohati säilinud orgaanilist materjali, mis võib uuesti kuumeneda ja süttida. Kunagise põlengu tagajärjel esineb

pinnases ohtlikke aineid, need orgaanilised ühendid võivad puistangus laiali kanduda ka gaasilisel teel (ka veeauruga) ja veega.

Looduslikul pinnal lasuva puistangu suhteliseks kõrguseks on 40 m. Puistangu all lasub Kesk-Ordoviitsiumi ladestiku Kukruse lademe lubjakivi kukersiidi vahekihtidega. Kukruse lademe paksus aherainelad estu piirkonnas on 10...11 m. Umbes 3 m paksuse tootsa kihindi moodustavad lademe alumises osas esinevad põlevkivikihid. Tootluskiht on kaevandamise käigus suures osas eemaldatud, põlevkivi on säilinud vaid tervikutes.

Kukruse lademe lamamiks on Uhaku lade, mis koosneb savikatest lubjakividest. Lubjakivikompleksi alumise osamoodustavad Kunda ja Lasnamäe lademe lubjakivid ja dolomiidid. Uhaku lademe paksus piirkonnas paiknevate puurkaevude andmetel on umbes 22 m, Kunda-Lasnamäe lademete paksus kokku umbes 24 m.

Maapinnalt *ca* 80 m sügavuselt algab Alam-Kambriumi Lontova lademe sinisavi kogupaksusega 70…80 m. Kõige all lasuvad Kesk-Vendi lademe Voronka kihistu liivakivid (joonis 2.11).

2.6 Pinna- ja põhjavee seisund

2.6.1 Põhjavesi

Kvaternaari veekompleksi (Q) Kukruse aherainepuistangu ümbruses ei esine, kuna pinnakatte paksus on väga väike (olles kuni 1,5 m paksune). Kvaternaari setetes leviv vesi infiltreerub allpool lasuvatesse aluspõhjakivimitega seotud põhjaveekihtidesse ja põhjaveekogumitesse, väljavoolualadeks on ka pinnaveekogud ja reljeefi madalamates kohtades madalsood.

Maapinnalt esimeseks aluspõhjaliseks veekihiks on Silur-Ordoviitsiumi (S-O) veekompleksi Ida-Viru põhjaveekogumi Lasnamäe-Kunda veekiht (O_2ls–kn). Kompleks levib karbonaatsetes kivimites, mille ülemine osa on lõheline ja karstunud ning põhjavesi voolab lõhedes. Sügavamal kui 100-120 m kivimi lõhelisus väheneb ning praktiliselt pole seal ka vett. Põhjaveekogumi karbonaatkivimite ülemises, kuni 20 m paksuses osas on filtratsioonikoefitsient 5-30 m/d, sügavusvahemikus 20-50 m 3-5 m/d ning sügavamal kui 50 m 1-2 m/d (OÜ Eesti geoloogiakeskus, 2010). Veekihi paksus põhjaveekogumis on 17-24 m. Põhjavesi on surveline, piesomeetriline tase püsib Keila–Kukruse veekihi tasemest 2-6 m madalamal, seetõttu toitub Lasnamäe–Kunda veekiht Keila–Kukruse veekihi levikualal ülemise juurdevoolu arvel. Põhjasuunas, väljaspool Keila–Kukruse veekihi levikuala, toitub veekiht sademevee infiltratsioonist. Maa-ameti kaardirakenduse (2015) alusel on maapinnalt esimene aluspõhjaline põhjaveekiht Kukruse aherainemäe piirkonnas pindmise reostuse eest kaitsmata. Maapinnalt esimese aluspõhjalise põhjavee tase jääb *ca* 15 m sügavusele. Järgmisest veekompleksist eraldab Kunda-Lasnamäe veekihti Silur-Ordoviitsiumi regionaalne veepide (S–O), mis koosneb Alam-Ordoviitsiumi Toila, Leetse, Varangu ja Türisalu kihistu lubjakividest, merglitest, aleuroliitidest, savidest ning argilliitidest.

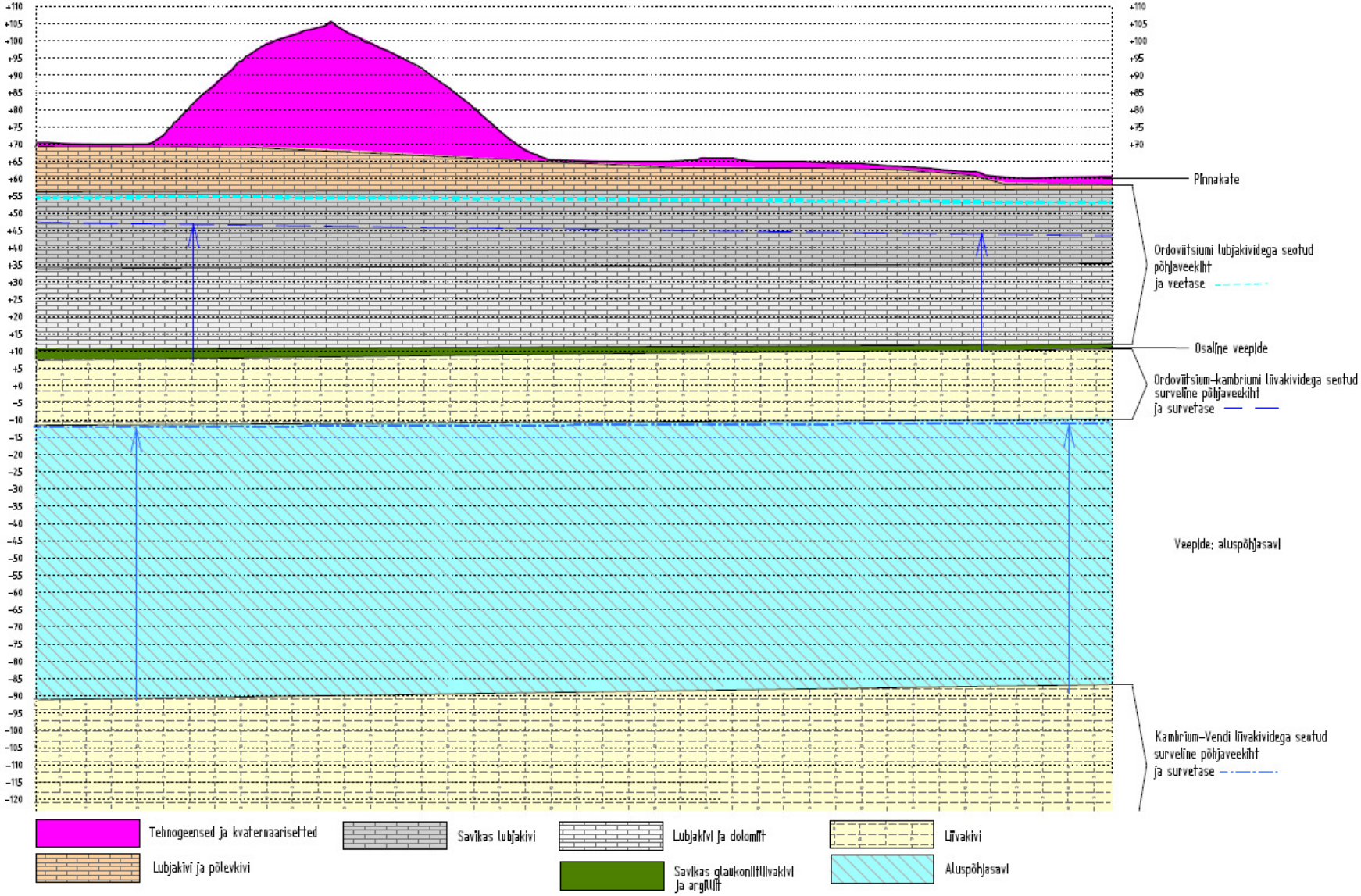
Enne kaevandamist levisid lubjakivides ülemine (Keila-Kukruse) ning alumine (Kunda-Lasnamäe) põhjaveekiht. Kaevandamise tõttu on uuritud piirkonnas Kukruse lademe lubjakivid praktiliselt kuivendatud ning lamav Kunda-Lasnamäe veekiht moodustab tõenäoliselt Uhaku lademes oleva põhjaveega ühise vabapinnalise põhjaveekihi. Põhjavee liikumine ladestu piirkonnas toimub reljeefi languse suunas ida-kagusse, veekihti dreenib 1,4 km kaugusel asuv Pühajõgi.

Teiseks veekihiks on Ordoviitsium-Kambriumi (O-Cm) põhjaveekogum, mis levib Alam-Ordoviitsiumi Pakerordi lademe ja Alam-Kambriumi kihistute liivakivis ja aleuroliidis. Veekihi põhjavesi on maapinnalt lähtuva reostuse eest kaitstud. Vesi liigub vettandvate kivimite poorides ja lõhedes. Põhjavesi on surveline, survetase paikneb absoluutkõrgusel umbes 45...46 m. Veekihi sügavuseks on 80 m ja paksuseks kuni 18 m. Ordoviitsiumi–Kambriumi põhjaveekompleksi vettandvad kivimid lasuvad Lükati–Lontova veepidemel, mille moodustavad samanimeliste Alam-Kambriumi kihistute savid ja aleuroliidid.

Kohtla valla ühisveevarustuse ja kanalisatsiooni arengukava aastateks 2012 - 2024 saab Kukruse küla (paikneb aherainemäest 300 m kaugusel kagusuunas) 67 inimest joogivee Kabelimetsa küla 95 m sügavusest Ordoviitsium-Kambriumi veekompleksi avavast puurkaevust. Ühisveevärgiga on liitunud kõik Kukruse küla majapidamised. 2011.a veevõrgust võetud analüüside põhjal ei ületa rauasisaldus piirnorme, kuid piirnormi ületab vähesel määral mangaan. Veevarustussüsteemide põhiliste puudustena märgitakse lisaks ülenormatiivsele raua- ja mangaani sisaldusele põhjavees ka kõikide veekihtide mõjutatust põlevkivi kaevandamise tehnogeensetest mõjudest.

Maapinnalt kolmas veekiht on Kambrium-Vendi (Cm-V) veekompleksi Gdovi põhjaveekogum, mis levib Kambriumi ja Vendi ladestu terrigeensetes kivimites üle kogu Eesti. Ida-Eestis moodustab Lontova, Voronka ja Gdovi kihistu liivakivis ja aleuroliidis leviv põhjavesi ühtse Kambrium-Vendi veekihi, mille kogupaksus ulatub 100–120 meetrini. Voronka veekiht (V_2vr) koosneb Voronka kihistu kuni 40-meetrise kogupaksusega liivakividest ja aleuroliitidest, mis jäävad Lükati–Lontova ja Kotlini veepideme vahele. Selle kihi põhjavesi on hästi kaitstud maapinnalt lähtuva reostuse eest. Voronka veekihi põhjavesi on surveline (veetase on vettandvatest kihtidest kõrgemal) ja hästi kaitstud reostuse eest. Veekiht toitub looduslikult Ordoviitsiumi–Kambriumi veekompleksist läbi Lükati–Lontova veepideme nõrgunud veest ja ürgorgude kohal läbi kvaternaarisetete infiltreeruvast sademeveest. Gdovi veekiht (V_2gd) koosneb segateralistest liivakividest ja aleuroliitidest, mille kogupaksus Soome lahe rannikul on 40–50 m. Veekiht lasub vahetult kristalsel aluskorral, ülalt katab teda Kotlini veepide. Vettandvate kivimite lateraalne filtratsioonikoefitsient on keskmiselt 3–5 m/d, kusjuures transversaalne filtratsioonikoefitsient asub intervallis 0,05–1 m/d. Gdovi veekihi põhjavesi on surveline ja põhjavesi on kaitstud reostuse eest. Põhjaveekiht toitub looduslikult Voronka veekihist läbi Kotlini (V_2kt) veepideme nõrgunud veest ja ürgorgude kohal äabi kvaternaarisetete infiltreeruvast sademeteveest. Vettandvad kivimid lasuvad kristalsel aluskorral või selle murenemiskoorikul. Aluskorra sügavam osa moodustab absoluutse veepideme, mis praktiliselt üldse vett läbi ei lase.

Kukruse linnaosas elab *Kohtla-Järve ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava 2008-2019* kohaselt 700 elanikku, vett võetakse Kambrium-Vendi põhjaveekihi Voronka põhjaveekogumist. Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooniga on kaetud praktiliselt kogu linnaosa. Antud põhjaveekogumis on probleemiks raua, mangaani, kloriidide ja radionukleiidide sisalduse ülenormatiivsus võrreldes joogiveele kehtestatud nõuetega. Ülenormatiivsus on tingitud antud põhjaveekogumi looduslikust foonist.



Joonis 2.11. Põhjaveekihid Kukruse jäätmehoidla alal (alus: IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015)..

AS Maves (2004) töö kohaselt on aherainemäe kirdenõlva jalamile rajatud vaatluspuurauk, mille sügavus on 5,8 m ja kus pinnaseveetase oli 22.04.2004. a 4,65 m sügavusel maapinnast. 2004. a sisaldas aherainemäe äärse vaatluspuuraugu vesi (sisuliselt aherainemäe nõrgvesi) 1-aluselisi fenoole 51,2 µg/l, millest kresoolide osakaal oli 10,1 µg/l. Teiste ümberkaudsete puurkaevude vesi fenoole ei sisaldanud. Sotsiaalministri 02.01.2003 määruse nr 1 *Joogivee tootmiseks kasutatava või kasutada kavatsetava pinna- ja põhjavee kvaliteedi- ja kontrollinõuded* alusel ei tohi joogiks kasutatavas põhjavees fenoolsete ühendite sisaldus olla üle 1 µg/l. Fenoolid tekivad hapnikku sisaldavate kõrgmolekulaarsete orgaaniliste ainete (peamiselt tahkekütuste) utmisel. Kokkuvõttes on esimene aluspõhjaline põhjaveekogum nimetatud alal reostunud põlevkivi utmisest tulevate jääkproduktidega.

Sarnast tendentsi näitavad ka IPT Projektijuhtimine OÜ (2015) poolt teostatud veeanalüüsid kolmes vaatluspuuraugus ümber Kukruse aherainepuistangu (tabel 2.12), mille kohaselt ületatakse lubjakivides levivas põhjavees joogiveele kehtestatud piirnorme benseeni sisalduse osas kõikides puuraukudes, PAH-ühendite ja naftaproduktide osas ühes puuraugus. Seejuures oli PAH-ide ületamine 62-kordne ja naftasaaduste piirnormi ületus 31-kordne. PAH-ühendid satuvad ammendatud kaevandustesse põlevkivi põlemisega aherainepuistangutes või põlevkiviõli sattumisega ammendatud kaevandustesse. Orgaanilistest toksilistest ainetest on avastatud ka Sompa, Tammiku ja 2. kaevanduse vees lubamatult kõrge benso(a)püreeni sisaldus (Poyry, 2000, ref OÜ Eesti Geoloogiakeskus, 2010).

Ladestus aja jooksul toimunud protsessid on tekitanud märkimisväärse põhjaveereostuse. Utmisprotsesside käigus tekkinud vaba õli on jõudnud põhjavette. Veest raskem faas võib gravitatsioonijõu mõjul liikuda lõhelistes kivimites sügavale. Põhjavesi lahustab õlist välja komponente, mis kanduvad edasi juba põhjaveega, samuti levib reostus difusiooni ja dispersiooni teel. Ladestus olevast reostunud pinnasest uhub infiltreeruv sademevesi välja saasteaineid, mis samuti kanduvad põhjavette. Põhjaveest võetud veeproovide pH jäi vahemikku 7.3...7.5, seega ei ole leeliseline nõrgvesi veel põhjavee reaktsioonile mõju avaldanud (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

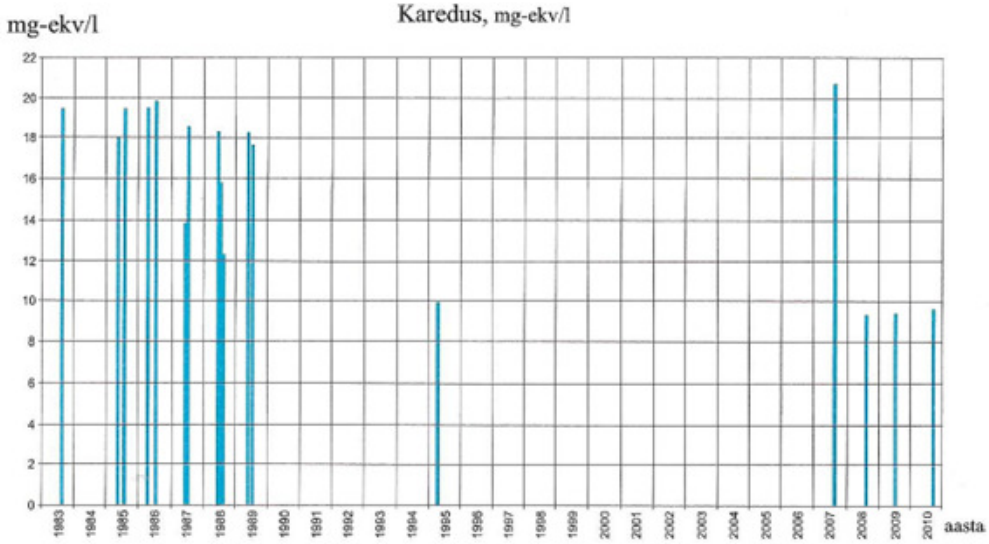
Tabel 2.12. Põhjaveeseisundit määravate ohtlike ainete sisaldused ümber jäätmehoidla paiknenud puuraukudes (IPT Projektijuhtimine OÜ, 2015).

Reostusnäitajad	**Saasteainete sisaldus µg/l**			**KKM määrus nr 39 (11.08.2010)**	
	Puurauk VV1	**Puurauk VV2**	**Puurauk VV3**	Künnisarv	Piirarv
Elektijuhtivus 25°C µS/cm	1800	2800	2300		
pH	7,5	7,3	7,5		
Aromaatsed süsivseinikud					
Benseen	6,5	12	9,2	0.2	5
Tolueen		0,39	0,72	0.5	50
Etüülbenseen		0,81	0,29	0,5	50
o-Ksüleen		0,42	0,48		
m,p-Ksüleen		0,77			
Ksüleenid (sum)		1,2	0,48	0.5	30
1,2,4-Trimetüülbenseen		1,2			
n-Propüülbenseen		0,69			
Isopropüülbenseen		0,13			
n-Butüülbenseen		2,5			
Sek-butüülbenseen		0,15			
p-ksümeen		0,3			

Summa	6,5	20,56	11,17	1	100
Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH)					
Naftaleen				1	50
Atsenaftüleen		5,9	0,05		
Atsenafteen		33		1	30
Fluoreen		32	0,07		
Fenantreen		140	0,41	0,05	2
Antratseen		130	0,2	0,1	5
Fluoranteen		28	0,2		
Püreen		110	0,3	1	5
Benso(a)anthratseen		55	0,16		
Krüseen		29	0,1		
Benso(b+k)fluoranteen		17	0,07	0,03	0,3
Benso(a)püreen		25		0,01	1
Dibenso(ah)antratseen		4,3			
Benso(ghi)perüleen		12		0,02	0,2
Indeno(123cd)püreen		4		0,02	0,2
PAH 10 VROM (sum)		430	2,1		
PAH 16 EPA (sum)		620	2,5	0,2	10
Fenoolid ja kresoolid					
Fenool				0,5	50
o-kresool				0,5	50
m-kresool				0,5	50
p-kresool				0,5	50
Kresoolid (sum)					
2,4-Dimetüülfenool				0,5	50
2,5-Dimetüülfenool	0,04			0,5	50
2,6-Dimetüülfenool	0,12		0,05	0,5	50
3,4-Dimetüülfenool				0,5	50
o-Etüülfenool	0,03				
m-Etüülfenool					
Tümool					
2,3/3,5-Dimeüülfenool+4-etüülfenool	0,06	0,74			
1-aluselised fenoolid (sum)	0,25	0,74	0,05	1	100
Metallid					
Baarium (Ba)	37	49	31	50	7000
Molübdeen (Mo)	11	2,5	28	5	70
Naftaproduktid					
(C10-C12)	<10	680	<10		
(C12-C16)	<15	7700	<15		
(C16-C21)	<15	7200	<15		
(C21-C30)	<20	3200	28		
(C30-C35)	<20	520	<20		
(C35-C40)	<20	120	<20		
Sum (C10-C40)	<100	19000	<100	200	600
		ületab piirarvu			

Kukruse kaevanduse kareduse ajalisi muutusi kirjeldab joonis 2.12, samasugust tendentsi jälgib sulfaatide sisalduse muutus ajas. Pärast kaevanduse sulgemist ja üleujutamist suurenes vee mineraalsus, karedus ja sulfaatide sisaldus, mis käesolevaks ajaks on alanenud. Ajavahemikus

1983–1995 vähenes kaevandusvee sulfaatide sisaldus 588…176 mg/l ja karedus 19,46…9,95 mg-ekv/l (OÜ Eesti Geoloogiakeskus, 2010). Sulfaadi sisalduse kasv tuleneb püriidi väljaleostumisest karbonaatsetest kivimitest (Gavrilova *et al*, 2010). Viimaste analüüside andmed näitavad, et Kukruse kaevanduses olev vesi vastab joogivee kvaliteedinõuetele, v.a hapendumus ja rauasisaldus (OÜ Eesti Geoloogiakeskus, 2010). Vee karedusest tingitud vee kvaliteedimuutus esineb mitte ainult Keila-Kukruse veekihis, vaid ka lamavas Lasnamäe-Kunda veekihis (OÜ Eesti Geoloogiakeskus, 2010).



Joonis 2.12. Kareduse ajaline muutus Kukruse suletud kaevandusvees (allikas: OÜ Eesti Geoloogiakeskus, 2010).

Likvideeritud ja üleujutatud kaevanduste piirkonna veerežiimi iseloomustab nii veetaseme kui ka keemilise koostise osas esialgse seisundi taastumise protsess. Kuna kaevanduste töötamise aja jooksul on soostunud alad kuivendatud ja seal kasvab mets ning endised altuputuse piirkonnad on täis ehitatud, siis on tarvis reguleerida üleujutatud kaevanduste veetaset. Nii hoitakse Käva-2 kaevanduse veetaset 51 m absoluutkõrgusel ja liigne vesi juhitakse isevoolselt Kohtla jõkke. Jõhvi mõnede piirkondade altuputamise vältimiseks on ette nähtud hoida veetaset 2. kaevanduses absoluutkõrgusel 52 m ja Tammiku kaevanduses absoluutkõrgusel 44…45 m. Aasta keskmine vee väljalase Kukruse ja Käva-2 kaevandusest moodustab 50 000 m^3/d (Savitski, 2003, ref OÜ Eesti Geoloogiakeskus, 2010). Kukruse ja Käva-2 kaevanduse vesi juhitakse läbi Vahtsepa kraavi edasi Kohtla jõkke. Kuna ammendunud kaevandusalad on omavahel ühenduses, reguleeritakse Kukruse kaevanduse veetaset läbi Käva-2 kaevandusvee kontrolli all hoidmise. Vee ärajuhtimise tingimustes mõjutavad põhjaveevoolu dünaamikat suurel määral Ahtme ja Viivikonna tektoonilised rikked, mis kujutavad endast suhteliselt vettpidavaid barjääre (OÜ Eesti Geoloogiakeskus, 2010).

2.6.2 Pinnavesi

Kavandatava tegevuse piirkond kuulub Ida-Eesti vesikonna Viru alamvesikonda. Aherainepuistangu lähiümbruses pinnaveekogud puuduvad. Kukruse mäest *ca* 850 m kauguselt idast saab alguse maaparandusehitiste reguleeriv võrk, mis on rajatud ümberkaudsete põldude ja metsade kuivendamiseks. Kuivendusvõrgu vesi suubub 1,3 km kaugusel kirdes voolavasse Pühajõkke (VEE1067000), mis on antud lõigul riigi poolt korrashoitavaks ühiseesvooluks. Soome lahe vesikonda kuuluv Pühajõgi jääb keskkonnaministri 09.10.2002 määruse nr 58 *Lõheliste ja karpkalalaste elupaikadena kaitstavate veekogude nimekiri ning nende veekogude*

vee kvaliteedi- ja seirenõuded ning lõheliste ja karpkalalaste riikliku keskkonnaseire jaamad[1] regulatsiooni alla lõheliste elupaigana kaitstava veekoguna. Pühajõkke juhitakse põlevkivikaevanduste vett. OÜ Eesti Geoloogiakeskus (2010) andmeil moodustab põhjavee osa Pühajäe üldisest äravoolust 36 %. Eesti jõgede hüdrokeemilise seire 2013.a lõpptulemuste ja 2015.a vahetulemuste alusel oli Pühajõe koondveeseisund hea. Kirde-Eesti jõgede 2013.a seireandmetel esines Pühajões lõhejõgedele liialt fosforit ning PHT-d.

Aherainemägi paikneb Kohtla-Järve, Käva ja Kohtla-Nõmme piirkonna üleujutusala servaalal. Kuna suletud Kukruse kaevandus on lõunaosas põhjaveega üleujutatud, pumbatakse põhjaveetaseme stabiilsena hoidmiseks aastas keskmiselt Kukruse ja Käva-2 kaevandustest 50 000 m^3/d vett Vahtsepa kraavi ja edasi Kohtla jõkke (Savitski, 2003, ref OÜ Eesti Geoloogiakeskus, 2010). Kohtla jõgi on Keskkonnaregistri (2015) andmetel tugevalt muudetud veekogude nimekirjas. Samuti on Kohtla jõgi alamjooksul kogu ulatuses reostunud fenoolide (halb kuni väga halb veeklass) ja ka naftasaadustega (kuigi fenooli sisaldused vees ei ulatu 10-20 mg/l nagu üheksakümnendate aastate alguses), kuigi jõe reostuskoormus on alates 1998. aastast vähenenud. See on tingitud vedelate jäätmete koguste vähendamisest, reostunud vee kasutamise lõpetamisest poolkoksi laialiuhtmiseks ning osa olemasoleva poolkoksiladestu ja AS Viru Keemia Grupi tööstusterritooriumilt nõrg- ja sademevee suunamisest regionaalsetele puhastusseadmetele (AS Maves, 2005).

2.7 Klimaatilised tingimused

Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi andmetel on Kukruse aherainemäe asukohale lähima meteoroloogiajaama (Jõhvi) pikaajalised klimaatilised karakteristikud järgmised:

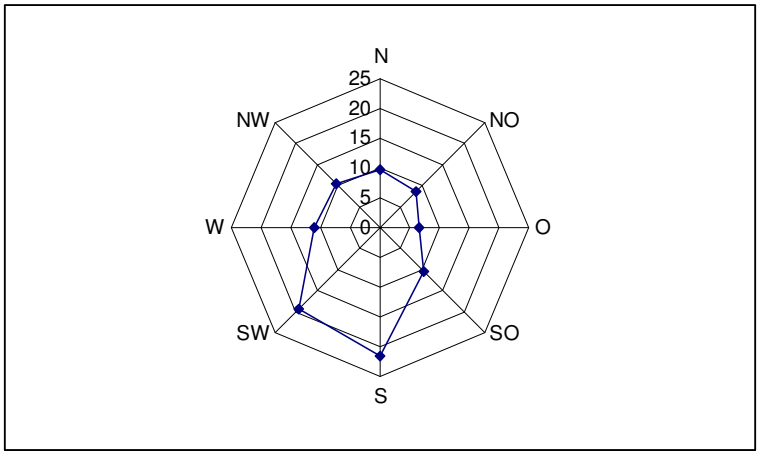
Temperatuur:
1. Kõige soojema kuu (juuli) keskmine õhutemperatuur (°C)..... 16,4
2. Kõige külmema kuu (veebruar) keskmine õhutemperatuur (°C)..... -6,2
3. Kõige soojema kuu (juuli) keskmine õhutemperatuur (°C) kell 9:00 GMT..... 18,9
4. Aasta keskmine õhutemperatuur (°C)..... 4,7
5. Kõige vaiksema kuu (juuli) keskmine tuule kiirus (m/s)..... 3,3
6. Kõige tuulisema kuu (jaanuar, detsember) keskmine tuule kiirus (m/s) 5,1
7. Aasta keskmine tuule kiirus (m/s)..... 4,3

Sademed:
1. Keskmine aastane sademete hulk ……..736 mm
2. Sademete ööpäeva maksimum (Jõhvi)…….....115,7 mm

Vaadeldavas piirkonnas domineerivad aasta lõikes edela- ja lõunatuuled (tabel 2.13). Joonisel 2.13. on esitatud piirkonnale omane tuulteroos.

Tabel 2.13. Tuulte suunad ja kiirused protsentides (EMHI).

(%)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kokku
Tuulevaikus									**2,5**
1 - 5 m/s	7,9	7,4	5,9	8,5	12,9	12,5	8,4	7,6	**71,2**
6 - 10 m/s	1,8	1,3	0,6	2,0	8,1	6,5	2,4	2,6	**25,3**
11 - 15 m/s	0,1	0,0	0,0	0,1	0,4	0,2	0,1	0,2	**1,1**
üle 15 m/s	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Kokku	**9,8**	**8,7**	**6,5**	**10,5**	**21,5**	**19,2**	**11,0**	**10,4**	**100,0**



Joonis 2.13. Jõhvi tuulteroos.

2.8 Õhukvaliteet

Kukruse aherainemägi (Kukruse aheraine ladestu nr 1) põles 1960-tel ja 1970-tel aastatel kahe pikema perioodi vältel. Mäe esmakordsel põlemisel aastatel 1967-1972 teostati kustutustööde ajal osa puistangu katmine tuhaga ja planeeriti mäe nõlva lamedamaks. Need abinõud viisid küll mäe temperatuuri alanemiseni, kuid ei osutunud siiski piisavaks. Kukruse aherainemäe teine põleng leidis aastatel 1976-1977.

Mäe sees on temperatuurid tsooniti püsivalt üle 300 °C ning osades mäe tsoonides õhu juurdepääs takistatud. Nendes tsoonides toimub põlevkivi utmine põlevkiviõliks ja poolkoksiks, kuna utmine toimub kõrgetel temperatuuridel ja ilma õhu juurdepääsuta. Utmise protsessi toimumist tõestavad ka mäepinnale moodustunud naftaproduktidega küllastunud pinnasekihid, mis on tekkinud mäe seest tulevate naftaaurude kondenseerumisel madalamal temperatuuril pinnakihis, samuti viitab sellele puistangu kagukülje lõhedest eralduva vingugaasi, väävelvesiniku ja lenduvate orgaaniliste ühendite hulk.

Arvestades Kukruse aheraineladestuse korduvat põlemist ning seda, et mäe sees toimuvad protsessid (utmine) on muutunud viimasel kümnel aastal aktiivsemaks, ei saa olla kindel, et juba kahel korral põlenud jäätmehoidla enam uuesti ei sütti.

Kukruse aherainemäe võimaliku süttimise riske suurendavad muuhulgas järgmised asjaolud:

- Mäe kõrgus – suurem kõrgus, suurendab süttimisohtu tänu parema tõmbe tekkimisele mäe sees;

- Mäe nõlvus – kooniline kuju, tagab mäele hea õhu juurdepääsu ja järsud nõlvad soodustavad õhu juurdevoolu mäe külgedelt;
- Suur põlevkivi osakaal aheraines, sh endiselt piisava hulga reaktsioonidest puutumatu põlevkivi olemasolu;
- Õhu juurdepääs mäele läbi mäealuste kaevanduskäikude – Kukruse aherainemägi paikneb vana Kukruse kaevanduse tuulutusstreki kohal. Kaevanduskäikude olemasolu ja nende kõrval varisenud pinnas tagavad mäe alaosast intensiivse õhu juurdevoolu nii läbi käikude, kui ka käikude ümber hõrenenud pinnase, eelkõige lasundi keskosasse jäävast endise kaevanduse tuulutusavast, mis võib soodustada mäe süttimist.

Seega toimuvad mäe sees utmisprotsessid ja on olemas oht mäe uuesti süttimiseks.

Põlevkivi utmise käigus eralduva gaasisegu koostis sõltub tugevasti utmistemperatuurist. Seejuures sisaldub madalatel temperatuuridel gaasis suures mahus süsinikdioksiidi ja väävelvesinikku, samas kõrgematel temperatuuridel ilmuvad gaasi koostisesse rasked süsivesinikud ning lisaks palju metaani ja vesinikku. Näiteks Konist (2014) töös viidatud uuringute alusel sisaldub põlevkivi uttegaasis:

- ✓ 250 °C juures 80,5 % CO_2;
- ✓ 350 °C juures 65,5 % CO_2 ja 3,6% H_2S;
- ✓ 500 °C juures 14,3 % H_2S, 17,8 % CO_2, 10 % C_nH_m, 5,7 % CO, 22 % H_2 ja 35 % CH_4;
- ✓ 900 °C juures 7,4 % CO_2, 20,2 % C_nH_m, 16,4 % CO, 33 % H_2, 9,1 % N_2 ja 19,9 % CH_4.

Põlevkivi mineraalse osa kuumenemisel (madalatel temperatuuridel) eraldub protsessi käigus valdavas mahus CO_2. Hapnikuga keskkonnas toimuva põlevkivi põlemise käigus eralduvad peamiselt CO_2, SO_2 ja NO_x.

Kukruse aherainemäest erituvate gaasiliste saasteainete kontsentratsioone mõõdeti OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt 2012. a. Seejuures teostati ühekordsed mõõtmised (16.05.2012) kolmes punktis aherainemäe tipu piirkonnas (joonis 2.14) paiknevate maapinna lõhede juures vahetult maapinnal ja mõõtepunktis „Kukruse välisõhk“ (tabelis 2.15 on esitatud proovivõtukohtade keskmistatud näitaja) maapinna lähedases õhukihis (*ca* 1,5 m kõrgusel maapinnast) mäe otsas.

Joonis 2.14. Väljavõte OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse (2012) uuringu proovivõtukohtade asukoha joonisest.

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus (2012) teostatud mõõtmiste aruandes olid maapinna lõhede juures mõõdetud saasteainete kontsentratsioonid esitatud ühikus ppm. Käesoleva KMH tarbeks teisendati mõõdetud kontsentratsioonid ühikusse µg/m^3, arvestades mõõdetud gaaside temperatuure ja molaarmasse. Kukruse 1. mõõtepunktis oli mõõdetud gaaside temperatuur 60°C, 2. mõõtepunktis 65°C ning 3. mõõtepunktis 70°C.

Gaasi molaarruumala vastavusse viimiseks gaasi temperatuuriga kasutati järgmist valemit:

V_n=R*T / P,

kus:
V_n – gaasi molaarruumala vastavalt temperatuuril ja rõhul (l mol^{-1}),
R – universaalne gaasikonstant (8,314621 m^3 Pa K^{-1} mol^{-1}),
T – temperatuur (°K),
P – õhurõhk (Pa) – võetud eeldus, et õhurõhk on 100000 Pa (= 100 kPa = 1 bar).

Seejärel on mõõdetud kontsentratsioonid teisendatud ühikust ppm ühikusse µg/m^3, kasutades valemit:

C (µg/m^3) = (M * C (ppm) / V_n)*1000,

kus:

C – kontsentratsioon,
M – gaasi molaarmass (g mol^{-1}),
V_n – gaasi molaarruumala vastavalt temperatuurile (l mol^{-1}).

Teisendatud kontsentratsioonid on esitatud tabelis 2.15.

Mõõtmistulemustest (tabel 2.15) nähtub, et Kukruse aherainepuistangu maapinnalõhede mõõtepunktides ületati mitmekordselt SO_2, H_2S, CO ja LOÜ (lenduvad orgaanilised ühendid) saasteainete vastavaid välisõhu kvaliteedi piirväärtusi. Seejuures ületas H_2S kontsentratsioon lubatud piirväärtust olulisel määral ka maapinnast kõrgemal (*ca* 1,5 m kõrgusel maapinnast) paiknevas õhukihis Kukruse aheraine mäe otsas (tabelis rida „Kukruse välisõhk“).

Mõõtmistulemustest võib järeldada, et praeguses olukorras, kus protsessid mäe sees pole peatunud, võib aheraine mäe otsas viibimine (eriti maapinnalõhede läheduses) olla otseselt kahjulik tervisele, kuna näiteks H_2S tase üle 100 ppm kujutab otsest ohtu inimtervisele juba lühikesel ekspositsioonil.

Võrdlusena võib siinkohal tuua viimastel aastatel Kohtla-Järve linna välisõhu pidevseirejaamas registreeritud saasteainete maksimaalsed kontsentratsioonid (tabel 2.14), mis ilmestavad eelkõige Kohtla-Järve Järve linnaosa piirkonna foonisaastet. Kohtla-Järve automaatne seirejaam paikneb Kohtla-Järve linnas aadressil Kalevi tänav 37 (kaugus Kukruse aherainemäest ca 3,5 km) ja töötab alates 2002. aastast. Lisaks klassikalistele saasteainetele (SO_2, NO, NO_2, O_3, CO, PM_{10} ja $PM_{2.5}$) mõõdetakse Kalevi mõõtejaamas pidevalt ka vesiniksulfiidi (H_2S) ja ammoniaagi (NH_3) sisaldust välisõhus. Kohtla-Järve Järve linnaosa õhukvaliteedi peamised mõjutajad on piirkonna ettevõtted. Kukruse aherainemäe kaugust ja valdavaid tuulesuundi arvestades ei mõjuta Kukruse aherainemäest emiteeruvad saasteained seirejaamas mõõdetud saasteainete kontsentratsioone märkimisväärselt.

Tabel 2.14. Kohtla-Järve linna välisõhu pidevseire jaamas registreeritud saasteainete maksimaalsed tunnikeskmised (CO puhul 8-tunni keskmise) kontsentratsioonid, ühik: µg/m^3. Allikas: OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus, 2013; 2014; 2015.

Aasta/ saasteaine	SO_2	CO	H_2S
2012	189,0	1300,0	22,3
2013	202,4	660,0	16,2
2014	274,6	830,0	18,5

Võrreldes omavahel tabelites 2.14 ja 2.15 esitatud näitajaid, on oluline märkida, et reaalselt on Kohtla-Järve seirejaama andmetega võrreldav vaid tabelis 2.15 toodud „Kukruse välisõhk“ H_2S kontsentratsioon, kuna teised antud tabelis toodud näitajad iseloomustavad n.ö otse saasteallikast (maapinnalõhedest) teostatud mõõtmiste tulemusi. Samas, võrreldes ka ainult H_2S kontsentratsioone, on näha, et foonisaaste tasemed jäävad kordades väiksemaks Kukruse aherainemäel mõõdetud vastavast väärtusest. Samas ületatakse H_2S ühe tunni keskmist piirväärtust ka Kohtla-Järve Kalevi pidevseirejaamas.

Tabel 2.15. Kukruse aherainemäest erituvate gaasiliste saasteainete kontsentratsioonide mõõtmistulemused 2012. a. Mõõtmiskohad paiknesid vahetult maapinnal maapinna lõhede juures, v. a „Kukruse välisõhk“, mille proovivõtukohad (tabelis esitatud keskmistatud näitaja) paiknesid mäe otsas maapinnast *ca* 1,5 m kõrgusel. Alus: OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus, 2012.

Mõõte-koht	**Saasteaine**										
	SO_2			**CO**			**H_2S**			**LOÜ sum[3)]**	
	Mõõdetud, ppm	Mõõdetud, µg/m³	SPV_1[1)], µg/m³	Mõõdetud, ppm	Mõõdetud, µg/m³	SPV_8, µg/m³	Mõõdetud, ppm	Mõõdetud, µg/m³	SPV_1, µg/m³	Mõõdetud, µg/m³	SPV_1[2)] µg/m³
MP1	5	11 563	350	11	11 123	10 000	259	319 144	8	151 984	5000
MP2	8	18 227	350	27	26 898	10 000	297	360 244	8	994 000	5000
MP3	<1	<2 245	350	1394	1 368 515	10 000	2	2 747	8	218 000	5000
Kukruse välisõhk	-	-	-	-	--	-	0,44[4)]	660	8	-	

1) SPV aluseks on keskkonnaministri 08.07.2011 määrus nr 43 *Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad.*

2) alifaatsete süsivesinike piirväärtus SPV_1.

3) LOÜ osas andmed mõõtearuandes esitatud ühikus µg/m³.

4) Eeldatud, et õhurõhk on 100000 Pa (= 100 kPa = 1 bar).

2.9 Elustik ja ökosüsteemid

Vastavalt EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister: Keskkonnaagentuur, 17.06.2015) andmetele ei ole Vulkaani kinnistul ega selle lähialal (1 km raadiuses) registreeritud kaitsealuseid liike, kivistisi ega mineraale. Samuti ei jää kinnistu ühegi kaitseala, Natura 2000 alade võrgustiku territooriumile ega nende lähedusse. Lähim kaitseala – Kukruse mõisa park (KLO1200444) jääb *ca* 1,2 km kaugusele kagusse ning lähim Natura 2000 ala – Edise loodusala (EE0070113) *ca* 2,5 km kaugusele. EELIS-e andmetel on Kukruse aherainemäe kagunõlval registreeritud võõrliigi - Sosnowsky karuputke (*Heracleum sosnowskyi*) kasvukoht. Aherainemäele on istutatud puid ning ala on kaetud hõreda taimestikuga. Lisaks on aherainemägi määratud pärandkultuuri objektide nimistusse.

2.10 Piirkonna asustatus ja avalik huvi seoses aherainemäega ning kultuuripärandi küsimused

Kukruse aherainemägi paikneb avatud maastikul, ümbritsetuna põllumaadest. Tulenevalt asukohast on aherainemägi hästi vaadeldav piirkonna teedelt ja lähimatest Kukruse linnaosa hoonetest. Samuti avaneb aherainemäe otsast avar vaade ümbritsevale maastikule. Seetõttu on aheraine mägi Kohtla valla üldplaneeringus (2012) määratud kui ilusa vaatega koht (joonis 2.15).

Joonis 2.15. Vaated Kukruse aherainemäelt (fotod: Alkranel OÜ, 06.03.2015).

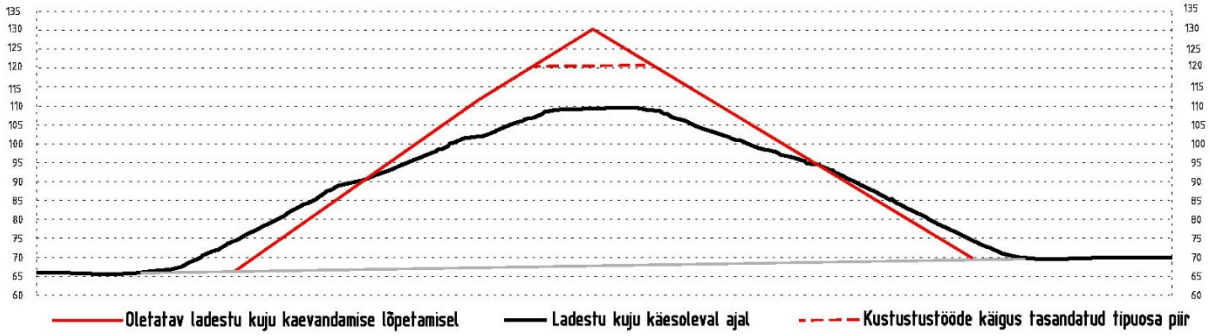
Kukruse aherainemäe ajaloo kohta on OÜ IPT Projektijuhtimine (2015, lisa 3) aruandes toodud järgmist: „Põlevkivi kaevandamisega Kukrusel alustati 1916. a. Järgmisel aastal töö lõpetati ning uuesti alustati põlevkivi kaevandamist riikliku põlevkivitööstuse eestvedamisel 1920. a.

Kaevandamine Kukruse kaeveväljal (kaevanduse põhjapoolne osa) lõpetati 1951. a. ja mäetöid alustati 1. kaeveväljal (kaevanduse lõunapoolne osa). 1952.a. rajati maa-alune põlevkivi sorteerimiskompleks ja kallakšaht, mille kaudu transporditi aheraine vagonettidega ammendatud kaevevälja kohale rajatud aheraineladestusse (praegune Kukruse aherainemägi). Põlevkivi sorteerimine toimus käsitsi. E. Tombergi mälestuste järgi veeti aherainega täidetud vagonetid vintsiga mäe harjale, kus vagoneti külgluugid avanesid automaatselt ja aheraine valgus välja. Selle tulemusena kujunes üsna järskude nõlvadega (31...35°) kooniline teravatipuline küngas (joonis 2.16)". Maves AS (2011) töö kohaselt lõpetati Kukruse aherainemäkke aheraine ladestamine 1967 a.

Joonis 2.16. Vaade Kukruse aheraineladestule. Foto pärineb 1969.a. välja antud raamatust Kohtla-Järve. Linn ja rajoon (alus: OÜ IPT Projektijuhtimine, 2015).

Käesoleva KMH programmi avalikul arutelul tõi Põlevkivimuuseumi direktor Ainar Varinurm välja järgmist (väljavõte lisas 1 esitatud KMH programmi avaliku arutelu protokollist): „Mägi hakkas põlema 1965. aastal. Kõige suurem kustutamise periood oli aastatel 1976-78. Kustutamise (jahutamise) tarbeks pikiti mägi täis torusid ja pumbati ligi 3 kuud mäkke vett"… „Algselt oli mäe suhteline kõrgus *ca* 60 m, pärast nn kustutamist 1978. a lükati mägi madalamaks ja laiemaks nii, et suhteline kõrgus oli ligikaudu 42-43 m. Praeguseks on protsesside tulemusena mäe tipp vajunud".

OÜ IPT Projektijuhtimine (2015) aruande koostamise käigus konstrueeriti esialgsete aherainemäe nõlva kallete ja ajalooliste kaartide alusel skemaatiline joonis aherainemäe kuju eeldatavate ajaliste muutuste kohta (joonis 2.17).



Joonis 2.17. Kukruse aherainemäe esialgne ja tänapäevane kuju (OÜ IPT Projektijuhtimine, 2015).

Vastavalt EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem - Keskkonnaregister: Keskkonnaagentuur, 29.06.2015) andmetele on aherainemägi määratud pärandkultuuri objektide nimistusse. Seejuures on EELIS-es objekti kohta märgitud järgmist: *Pärimuste järgi on mäge nimetatud Kukruse vulkaaniks ehk Eesti I tulemäeks. Mägi süttis 1960. aastatel, mattes ümbruskonna kirbe suitsuga. Isesüttimine suudeti peatada, ent sisemuses hõõgub vaikselt edasi. Lõhedest õhkub aegajalt sooja õhku ja põlemisele iseloomulikku gaasivingu*.

Kukruse aherainemägi on üks Ida-Virumaa turismiobjekte, kuhu korraldatakse ekskursioone ka giidide saatel (https://www.puhkaeestis.ee/et/kukruse-aherainemagi). Samuti on aherainemäe turismiväärtusest kajastatud meedias, nt ajaleht Põhjarannik (20.02.2008): M. Sepp. *Eiffeli torn ja Kukruse mägi*. Aherainemäe külastamist soodustab sinna rajatud betoonist trepp. Lisaks ümbritsevale vaatele saab tipus tunda ka põlevkivi utmise lõhna, mis mägede külgedel olevatest kitsastest pragudest koos auruga välja immitseb.

3. Kavandatav tegevus ja selle alternatiivid

Alternatiivide väljatöötamisel lähtuti KMH algatamiskorraldusest, olemasolevatest projekteerimisnormidest, õigusaktidest, ajaloolistest materjalidest, piirkonna keskkonna- ja sotsiaal-majanduslikest tingimustest ning IPT Projektijuhtimine OÜ poolt 2015. aastal läbiviidud uuringutest Kukruse aherainemäel ja selle lähiümbruses.

Kukruse aherainepuistangu keskkonnaohutuks muutmisel kaalutakse kolme põhialternatiivi (alternatiiv I ja II ning 0-alternatiiv) ning alternatiiv I lõikes kolme erinevat alamvarianti. Selgituseks lisame, et 0-alternatiivi kui olemasoleva olukorra jätkumist käsitletakse võrdlusbaasi loomiseks teiste alternatiividega. 0-alternatiiv kui kõige keskkonnaohtlikum variant pole seadusandlusega kooskõlas ning selle rakendumine pole reaalne.

Võimalike elluviidavate alternatiividena tulevad hindamisele alternatiiv I – mäe täielik või osaline äravedu ning alternatiiv II – mäe katmine vettpidava kihiga. Alternatiiv I all käsitletakse järgmiseid alamvariante:

- Variant 1 – mäe täielik äravedu. Kukruse aherainepuistangu asemele jääb lage ala, ära veetakse 790 000 m^3 materjali.
- Variant 2 – mäe osaline äravedu ja allesjäänud keskkonnaohutust materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale. Ära veetakse põlemisest või utmisest puutumatuna püsinud aheraine ning naftasaadustega väga reostunud materjal (kokku *ca* 120 000 m^3). Ülejäänud materjal tõstetakse uuele ladestusalale ning kaetakse vettpidava kihiga.
- Variant 3 – mäe minimaalne äravedu ja allesjäänud keskkonnaohutust materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale. Ära veetakse vaid väga reostunud materjal (*ca* 2000 m^3), kogu ülejäänud materjal ladestatakse uuele ladestusalale. Mägi kaetakse vettpidava kihiga.

Kuivõrd tegemist on kaevandusjäätmete hoidlaga, lähtuti alternatiivide väljatöötamisel keskkonnaministri 09.11.2010 määrusest nr 56 *Kaevandamisjäätmete käitlemise kord*[1] §-st 6, mis seab tingimused pinnavee või põhjavee hea seisundi säilitamiseks või saavutamiseks ning õhu ja pinnase saastumise vältimiseks ning *Veeseaduse* § 24-st, millega seatakse tingimused vee kaitsmiseks reo- ja heitveega reostamise eest ning § 26[5]-st, mis käsitleb ohtlikest ainetest ja muudest saasteainetest põhjustatud koormuse ja reostuse vältimist ning vähendamist valgalal.

3.1 Alternatiiv I – Kukruse A-kategooria jäätmehoidlasse ladestatud materjali täielik või osaline teisaldamine

3.1.1 Variant 1 - mäe täielik äravedu

Mäe äravedu toimub profiilis ülalt alla liikudes ning õhukeste kihtidena eemaldades. Kuna esineb kõrge risk kuumenemiskollete avamiseks ning mäe taassüttimiseks, saab töö toimuda etapiviisiliselt ning maksimaalselt 1-2 m kihi eemaldamisega korraga. Töö teostamise eelduseks on, et veetav materjal oleks kogu eemaldatava kihi paksuses jahtunud alla kriitilise piiri (s.o alla 300 °C). Vajadusel võib kaaluda tehnilisi võimalusi ülekuumenenud materjali jahutamiseks kohapeal.

Mäe teisaldamise teeb keeruliseks tõsiasi, et lahtikaevamisel suureneb hapniku juurdepääs kuumenemiskolletele ning materjal võib süttida. Lisaks võib mäe sees esineda tühimikke, mis lahtikaevamisel võivad kokku variseda ning olla ohtlikud mäel töötavatele inimestele ja tehnikale. Samas kaovad mäe äraveoga antud kohas senised keskkonnaprobleemid, mis on

seotud riskiga veekeskkonna saastumiseks põlevkiviõli produktidega ning välisõhusaastega mäe utmisel ja põlemisel.

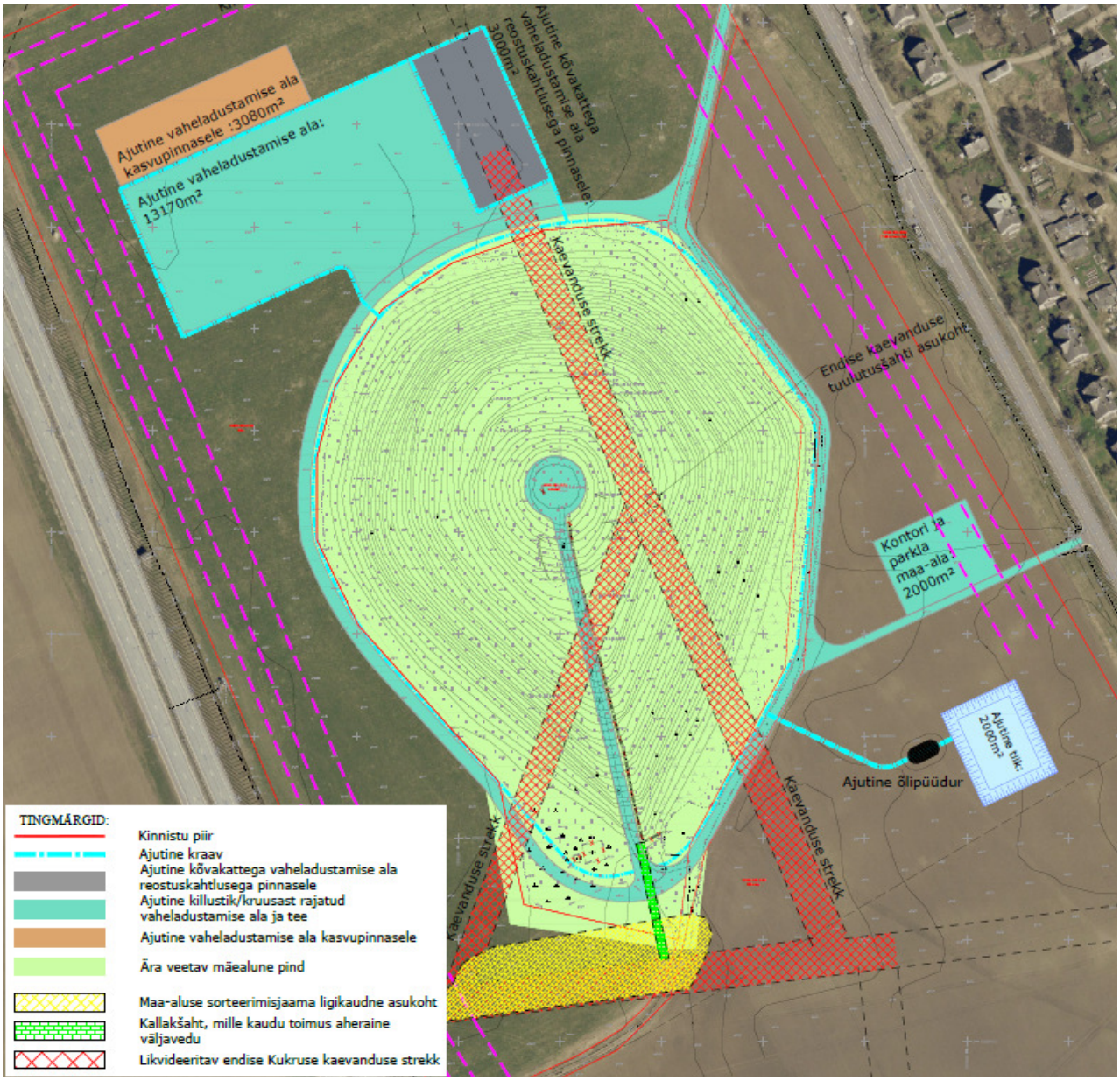
Mägi kaevatakse lahti 0,3 m allpool ümbritseva maapinna tasemest, süvend täidetakse mäes leiduva reostumata karbonaatse materjali ja reoveesette komposti seguga.

Mäe teisaldamiseks rajatakse Kukruse aherainepuistangu ümber killustikukattega juurdepääsutee, *ca* 13 000 m^2 suurune killustikukattega vaheladustusplats materjali ajutiseks hoiustamiseks, 3000 m^2 pindalaga kõvakattega plats reostuskahtlusega materjali sorteerimiseks ning mäe jalami juurde kontor ja parkla. Kooritav kasvupinnas ladustatakse ajutiselt murukattel ning võetakse hiljem ala korrastamisel kasutusele.

Korrastamisperioodiks rajatakse sademevee kokkukogumiseks aherainepuistangu ning vaheladustusplatside ümber geomebraanpõhjaga ringkraavistik, kust edasi suunatakse vesi 2000 m^3 mahutavusega geomembraanpõhjaga tiiki. Enne tiiki juhtimist läbib sademevesi õlipüüduri. Kokkukogutud vesi purgitakse lähimasse reoveepuhastisse või puhastatakse kohapeal konteinerpuhastis. Reostunud sademevee pinnaveekogudesse ega kaevanduskäikudesse suunamist ei toimu.

Pärast puistangu äravedu lõhatakse aherainemäe all asunud suletud Kukruse kaevanduse käigud, et muuta ala varisemisohutuks. Seejärel kaetakse ala pinnasega ning haljastatakse. Tiik, kraavid, ajutised teed ning parklad likvideeritakse ehitusperioodi lõpus. Nende alune pind korrastatakse ja haljastatakse. Haljastatavat pinda on kokku 6,7 ha (joonis 3.1).

Võimalike ladestusaladena kaaluti järgnevaid ladestuskohti: AS Viru keemia Grupp (VKG) poolkoksimägi, Kiviõli poolkoksimägi, Aseri savikarjäär, samuti on võimalik osade jäätmete (termilistes protsessides muundumatu põlevkivi) kasutamine energiatootmises AS Eesti Energia Narva elektrijaamas, samuti VKG AS elektrijaamas. Alternatiivsete käitluse-ladestamise viiside kaardistamiseks kontakteeruti teostatavusuuringu raames olulisemate Ida-Viru piirkonna põlevkivi kompetentsiga energiaettevõtetega, sh Eesti Energia Õlitööstus AS (EE), AS VKG, Kunda Nordic Tsement AS (KNC) ja Kiviõli Keemiatööstus AS (KKT). Võimalusi kaevandamisjäätmete vastuvõtuks nägid EE AS ja VKG AS, ülejäänud võimalike ladestuskohtadega pole ka esialgset kokkulepet saavutatud. Teisaldatavaks materjalimahuks on hinnanguliselt 790 000 m^3. Alternatiiv I realiseerumisel on arvestatud teisaldatava materjali ladestamisega lähimasse võimalikku kohta, Kohtla-Järve poolkoksiladestusalale. Antud variandi suurimaks riskiks on kokkulepete saavutamine jäätmete vastuvõtja (antud juhul VKG AS) ja riigi vahel.



Joonis 3.1. Alternatiiv I variant 1 rakendumine ehk mäe täielik äravedu (alus: Infragate Eesti AS, 2015).

3.1.2 Variant 2 – mäe osaline äravedu ja allesjäänud keskkonna-ohutust materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale

Antud variandi raames sorteeritakse ümber kogu mäe sees olev materjal, mille maht on suurusjärgus 790 000 m^3. Materjali eemaldamine mäest toimub profiilis ülalt alla liikudes õhukeste kihtidena. Kuna esineb kõrge risk kuumenemiskollete avamiseks ning mäe taassüttimiseks, eemaldatakse kihid 1-2 m paksusena ja etapiviisiliselt, sest kogu eemaldatav kiht peab kogupaksuses olema jahtunud alla kriitilise piiri. Kui ladestusalale on jäänud madalam kui 10 m kõrgune puistang, on võimalik materjali ümber tõsta ka kopaga otse puistangust võttes, mitte n.ö koorides. Nii segunevad erinevates kihtides olevad reostusained ühtlasemalt ning uue ladestuala tihendades seotakse kindlalt materjali.

Sorteerides eraldatakse uude ladestusse paigutatavast materjalist naftasaadustega reostunud materjal (hinnanguliselt 60 000 m^3) ning põlemisest ja utmisprotsessist puutumata ehk

kuumenemistunnusteta aheraine (hinnanguliselt 60 000 m^3), mis viiakse tõenäoliselt AS VKG Kohtla-Järve poolkoksiladestusalale.

Ülejäänud materjal, mis koosneb enamasti tuhast, poolkoksist, põlenud lubjakivist ja karbonaatidest, paigutatakse ümber olemasoleva aherainepuistangu kõrvale rajatavasse uude ladestusse. Uus ladestu hakkab paiknema Põllumäe kinnistul (kat nr 32002:002:0185) (joonis 3.2), mis eeldab eelnevalt antud maaüksuse soetamist eraomaniku käest. Teine võimalus on uus ladestu tekitada olemasolevast jäätmehoidlast põhjapoole Nisu kinnistule (kat nr 32002:002:0156), kaastes vajadusel ka Rukki kinnistut (kat nr 32002:002:0162). Sel juhul paikneks uus ladestu osaliselt Nisu (ja Rukki) kinnistutel ja osaliselt vana ladestu asukohal (joonis 3.3). Antud variandi eeliseks on kinnistute kuulumine riigi omandisse. Uude ladestusse paigutatakse arvestuslikult ~670 000 m^3 materjali. Uut ladestut on võimalik rajada Nisu ja Rukki kinnistutele ka vanast ladestust eraldi, kuid sellisel juhul pikeneb transporditeekond.

Teisaldades aheraine ja peenpõlevkivi, millel on orgaanikarikkuse tõttu oht põlema minna või utmisprotsessi toimumiseks, kaob risk mäe taassüttimiseks ning lõpeb materjali poolkoksistumine.

Kuna uus puistanguala moodustatakse Kukruse suletud kaevanduse ja kaevanduskäikude kohale, eeldavad puistangualuse maapinna ettevalmistustööd esmalt kaevanduskäikude lae allalaskmist lõhkamise teel.

Uue ladestu rajamise tarvis rajatakse olemasoleva puistangu ümber killustikukattega juurdepääsutee, 20 800 m^2 pindalaga killustikkattega vaheladustusplats, 8400 m^2 suurune kõvakattega plats ning kontor ja parkla vana mäe jalami lähedusse. Kõvakattega platsil toimub reostuskahlusega materjali sorteerimine. Uue mäe tippu rajatakse operatiivsõidukite ümberpööramisplats (pööramisraadiusega väh 12 m) koos mäe tippu viiva teega. Uus ladestusala tekitatakse olemasolevast mäest kagusuunda.

Korrastamisperioodiks rajatakse sademevee kokkukogumiseks uue ladestusala ning vaheladustusplatside ümber geomembraanist põhjaga ringkraavistik, kust edasi suunatakse vesi 2000 m^3 mahutavusega geomembraanpõhjaga tiiki. Enne tiiki juhtimist läbib sademevesi õlipüüduri. Kokkukogutud vesi purgitakse lähimasse reoveepuhastisse või puhastatakse kohapeal konteinerpuhastis. Reostunud sademevee pinnaveekogudesse ega kaevanduskäikudesse suunamist ei toimu.

Tiik, kraavid, ajutised teed ning parklad likvideeritakse ehitusperioodi lõpus. Vaheladustusplatside rajamisel kooritav kasvupinnas säilitatakse mulla ladestusplatsil ning ajutiste platside likvideerimisjärgselt kasutatakse haljastamisel sama pinnast.

Alaliselt rajatakse uuele ladestusele valgvee kogumissüsteem, mis koosneb veekindla põhjaga rajatud kogumiskraavist ümber mäe perimeetri ja väljaviikudest kraavide või torude kujul korrapäraste vahemaade tagant, mis juhivad kogutud vee ladestut ümbritsevatele haljasalale. Sademeveest tingitud koormuse ühtlustamiseks rajataks üks kraav mäe nõlva keskosasse ning ühendatakse paralleelselt juurdepääsuteega kulgeva allavoolukraaviga. Vettpidava kihi pealt mahavalguv sademevesi on puhas, kuna ei puutu reoainetega kokku. Samuti nähakse ette mäe ümber seirepuurkaevude rajamine, võimaldamaks seirata põhjavee kvaliteeti.

Jäätmehoidlale vettpidava põhja rajamine pole vajalik, kuna puistangusse ladestatav materjal tihendatakse kihtide kaupa. Välistamaks mäe isesüttimise ohu tuleb likvideerida õhu juurdepääs

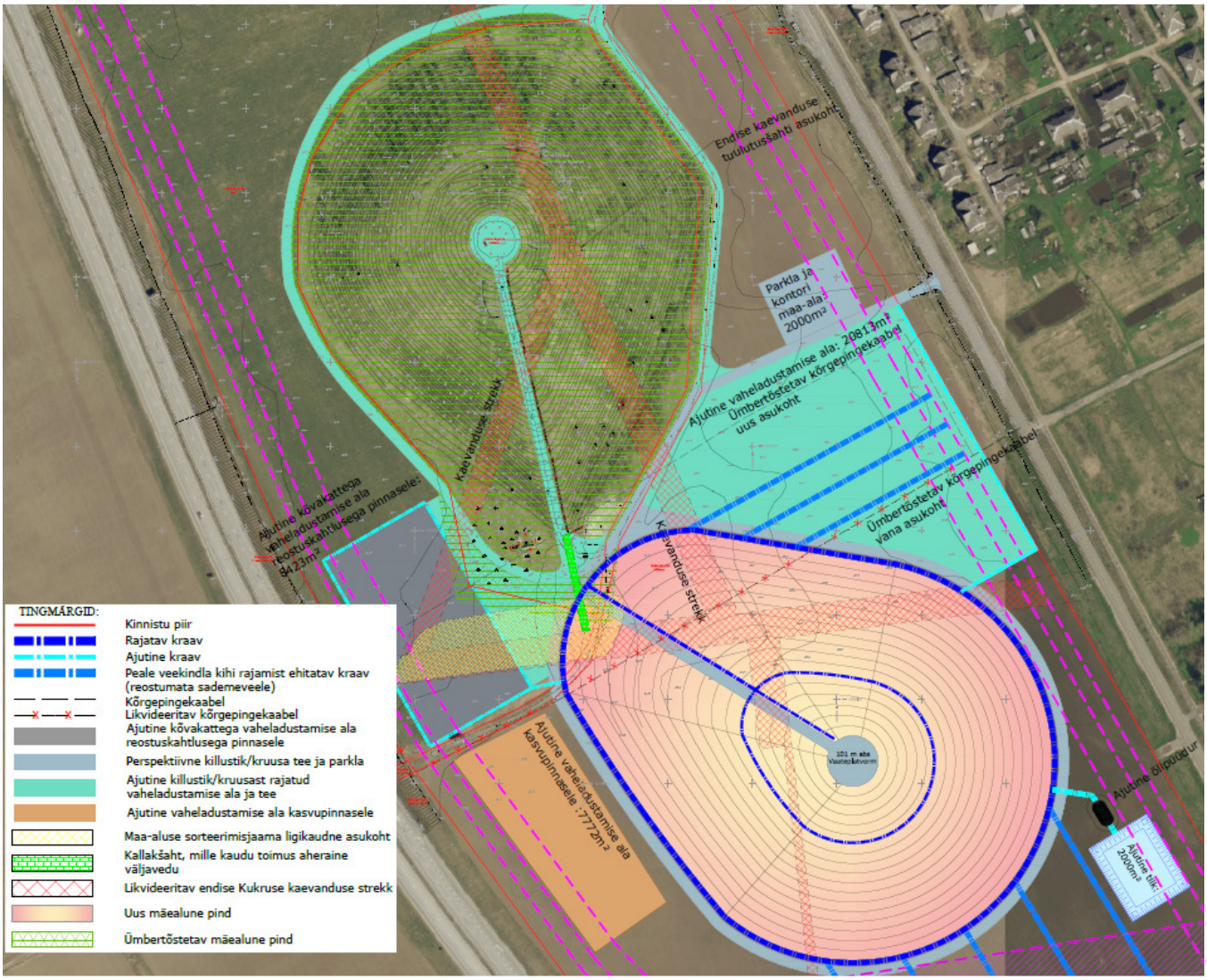
ladestusse läbi kaevanduskäikude ja nendega piirneva väikese tihedusega vajumite ala ning seda tehakse õhutiheda aluskatte rajamisega ladestusalale. Kirjanduse andmetel takistab õhu konvektsiooni kate filtratsioonikoefitsiendiga 3 x 10^{-6} m/s (Lefebre *et al,* 2001c, ref Wels *et al*, 2003). Iga uuele ladestusalale viidav kiht tihendatakse: tekib monoliitne ladestu, mis on kogu kehandi osas väga halva veejuhtimisega. Sellega kaob ka jäätmehoidla aluse drenaaži vajadus, sest kogu kehand on õhutihedast materjalist. Lisaks juhitakse sademevesi kiiresti ladestusala kehandilt ära, millega välditakse sademevee imbumist ladestusse. Uude puistangusse paigutatakse materjal, mis on füüsikalis-keemiliselt stabiilne ning jahtunud. Vastavalt eeltoodule ei vaja mäe teisaldamine olemasoleva puistangu kõrvale kattekihina gaasikogumiskihti.

Olemasolevast ladestusest põhjapoole (osaliselt Nisu ja Rukki kinnistutele) uuele jäätmehoidlale õhukindla põhja rajamisel on probleemiks uue ja vana ladestusala osaline kattumine, mistõttu võib samaaegselt olemasolevast mäest materjali eemaldamine ja uuele ladestule aluspõhja rajamine tehniliselt keerukaks tegevuseks osutuda.

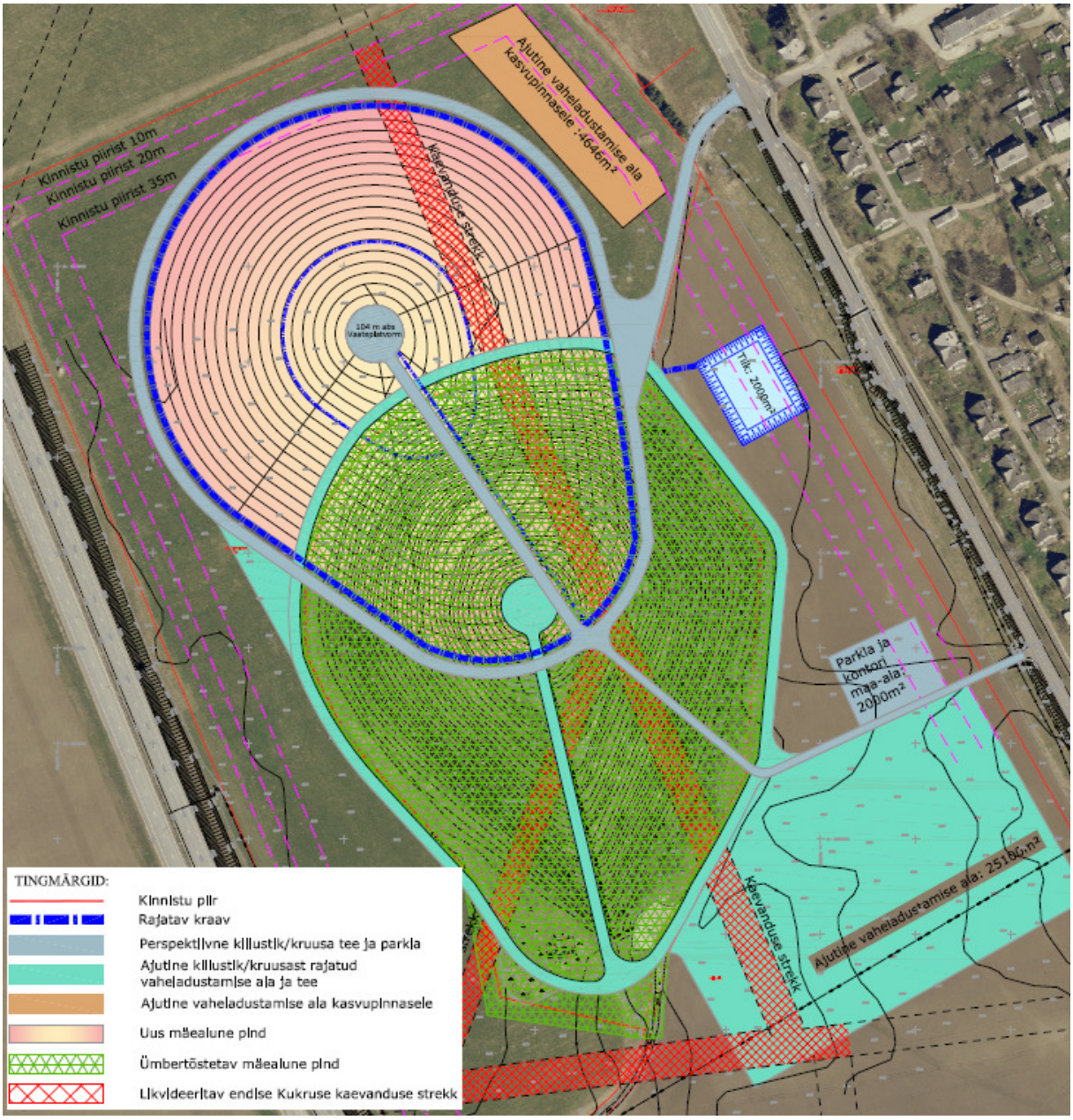
Uuele ladestusele antakse nõlvus 1:3 ning ülesviigu nõlvale 1:4,5. Kuna puistangusse paigutatakse ka osaliselt naftasaadustega reostunud materjal, tagatakse nende kinnihoidmine puistangus õhutihedate kihtide ning vettpidava katte moodustamisega. Pärast sobiva nõlvuse andmist kaetakse tihendatud aherainemägi järgmiste kattekihtidega:

- vettpidav kiht – bentoniitmatt. Alternatiivselt on võimalik ka 0,5 m paksuse savikihi rajamine, kuid savikiht on äärmiselt sõltuv ilmastikust ning selle paigaldamine on eriti keerukas just vihmaste ilmadega. Optimaalne on kasutada bentoniitmatti, mille vee läbilaskevõime on 2,0 x 10^{-11} m/s. Bentoniitmatt vajab läbikuivamise vältimiseks kohest katmist, arvestades materjali kiiret paisumist.
- drenaažimatt või 0,5 m paksune drenaažikiht killustikust. Drenaažikihi ülesanne on hea veepidavusega kihi pealt vee kiire eraldamine, vältimaks vee tungimist vettpidava mati sisse. Drenaažimati eelistamisel koosneb materjal dreenivast polüpropüleenist vahekihist ja selle külge tugevalt kinnitatud geotekstiili kihtidest kogupaksusega 6,5 mm.
- 0,7 m paksune külmakaitsekiht nn *„storage layer“*. Külmakaitsekihi ülesandeks on pinnases piisava koguse vee säilitamine taimede kasvuks, st materjal peab olema piisavalt väikese veejuhtivusega. Külmakaitsekihis on kavandatud kasutada olemasoleva mäe pindmist kihti segatuna reostumata karbonaatse materjaliga.
- 0,2 m paksune kasvupinnas, millele külvatakse muru. Kasvukihi tekitamiseks kavandatakse aherainepuistangu pindmise karbonaatse kihiga segada OÜ-st Järve Biopuhastus pärinevat reoveesette komposti vahekorras 1 osa komposti : 5 osa karbonaatset materjali. Karbonaatse materjali kasutamise eelduseks on veendumine selles, et materjal pole reostunud. Haljastuse teostamiseks saab kasutada hüdrokülvi, mis takistab pinnase erosiooni.

Mäe tippu rajatakse 30 m läbimõõduga vaateplatvorm (kalded i = 0,05 m/m mäe nõlvade suunas). Rajatava mäe kõrgus ei ületa olemasoleva mäe kõrgust, jäädes sellest mõned meetrid madalamaks, lõplik kõrgus sõltub täpsest äraveetava materjali hulgast.



Joonis 3.2. Alternatiiv I variant 2 – mäe osaline äraveo ja katmise realiseerumine olemasolevast ladestusest lõuna ja kagu suunda jäävale Põllumäe kinnistule (alus: Infragate Eesti AS, 2015).



Joonis 3.3. Alternatiiv I variant 2 – mäe osaline äraveo ja katmise realiseerumine osaliselt olemasoleva ladestu asukohale ning põhja ja edela suunda jäävale Nisu kinnistule, kaasates vajadusel ka Rukki kinnistut (alus: Infragate Eesti AS, 2015).

3.1.3 Variant 3 – mäe minimaalne äravedu ning allesjäänud materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale

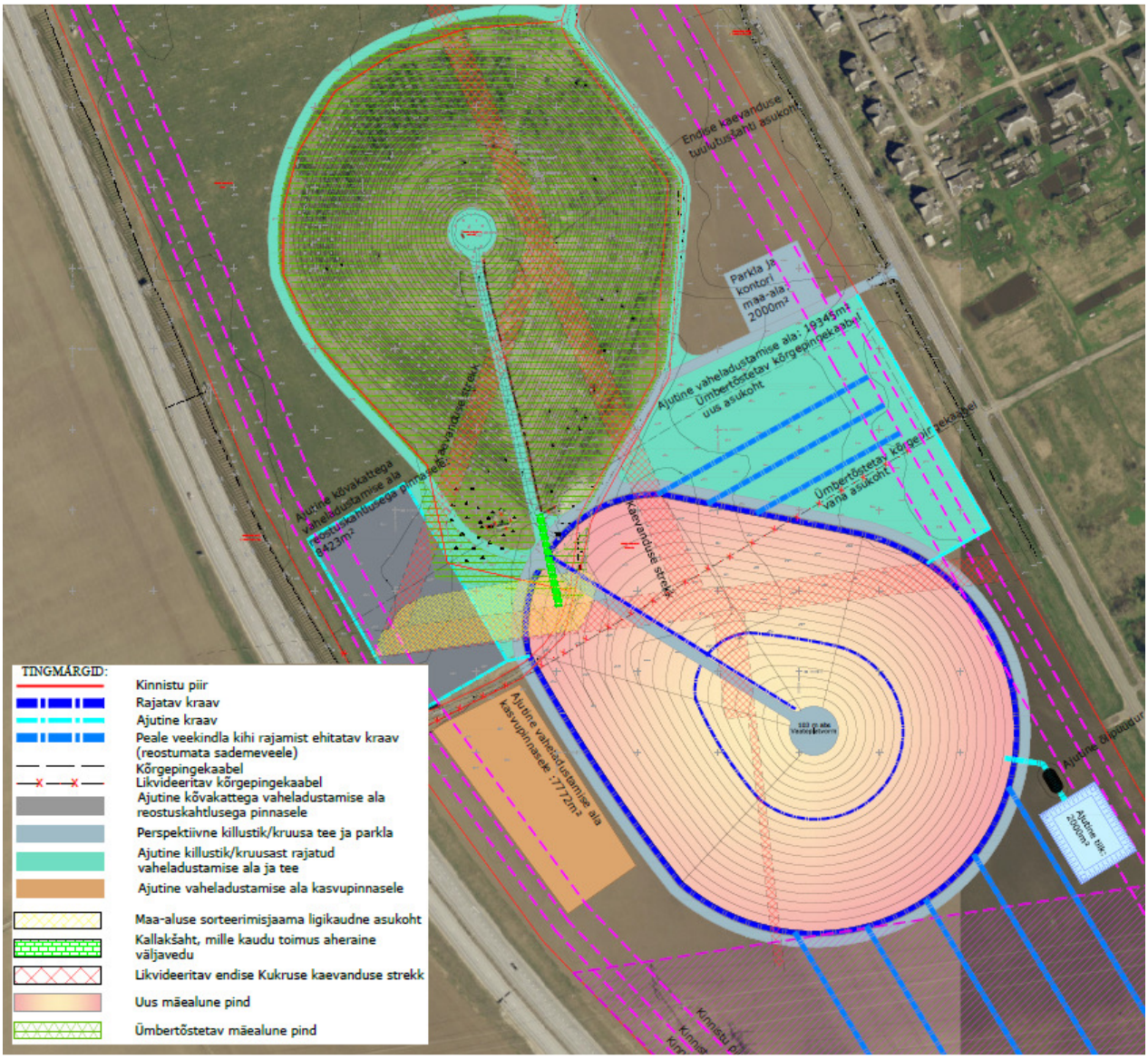
Variant 3 on üldises plaanis sarnane variant 2-ga. Erinevus seisneb selles, et ära veetakse väga väike osa Kukruse mäkke ladestatud materjalist: osa, mis on tugevalt naftasaadustega reostunud. Tugevalt reostunud materjaliks on loetud materjal, mille õliproduktide sisaldus C10-C40 >10000-20000 µg/l (nn õlikoonlad) ning selle koguseks on hinnatud 2000 m^3. Materjal viiakse ohtlike jäätmete käitluskohta (tõenäoliselt AS VKG Kohtla-Järve poolkoksiladestusalale). Kogu ülejäänud materjal sorteeritakse ümber ning ladestatakse kihte tihendades uuele ladestusalale. Täiendava materjali juurdeveo (kattekihtideks vajaminev materjal) ja olemasoleva materjali ümberpaigutamisega antakse mäele sobiv nõlvade kalle (1:3), mis võimaldab kasutada mäe planeerimisel rasketehnikat. Aherainemägi ladestatakse

ümber Põllumäe kinnistule (kat nr 32002:002:0185), mis eeldab eelnevalt antud maaüksuse soetamist eraomaniku käest (joonis 3.4). Teine võimalus on uus ladestu tekitada olemasolevast jäätmehoidlast põhjapoole Nisu kinnistule (kat nr 32002:002:0156), kaastes vajadusel ka Rukki kinnistut (kat nr 32002:002:0162). Sel juhul paikneks uus ladestu osaliselt Nisu (ja Rukki) kinnistul ja osaliselt vana ladestu asukohal (joonis 3.3). Antud variandi eeliseks on kinnistute kuulumine riigi omandisse. Uude ladestusse paigutatakse arvestuslikult ~788 000 m^3 materjali. Uut ladestut on võimalik rajada Nisu ja Rukki kinnistutele ka vanast ladestust eraldi, kuid sellisel juhul pikeneb transporditeekond.

Mäe juurdepääsuteed, platsid, parklad, sademevee kogumissüsteem, uue ladestusala põhi ning katmine toimub sarnaselt variant 2-ga, mistõttu neid tehnilisi aspekte ei korrata. Erinevalt variant 2-st kavandatakse variant 3 raames pisut väiksemat (19 345 m^2 pindalaga) killustikukattega vaheladustusplatsi rajamist. Mägi rajatakse sarnaselt variandiga 2, kuid kuna materjali ära ei veeta, kujunevad ladestu mõõtmed suuremaks ning mägi eelmisest lahendusvariandist vähemalt 2 - 3 m kõrgemaks.

Kuna materjali äravedu olemasolevast aherainepuistangust on minimaalne, annab antud variandi realiseerumine võimaluse säilitada Kohtla valla üldplaneeringu (2012) alusel Kukruse mäe kui ilusa vaatega koha ning Maa-ameti (2014) kaardirakenduse alusel kultuuripärandina põlevkivi kaevandamisega seotud maastikuobjekti. Uue puistangu põhikuju järgib praegust mäe kuju, ent materjalide kihtide kaupa uude ladestusalasse paigutamisel, nõlvuste planeerimisel ning kihtide tihendamisel jääb uus mägi olemasolevast kuni 5 m madalam.

Materjali ümberpaigutamisel uude ladestusse jahutatakse kogu materjal maha, kaob risk mäe taassüttimiseks ning lõpeb utmisprotsess. Olemasolevast ladestusest põhjapoole (osaliselt Nisu ja Rukki kinnistutele) uuele jäätmehoidlale õhukindla põhja rajamisel on probleemiks uue ja vana ladestusala osaline kattumine, mistõttu võib samaaegselt olemasolevast mäest materjali eemaldamine ja aluspõhja rajamine tehniliselt keerukaks tegevuseks osutuda.



Joonis 3.4. Alternatiiv I variant 3 – mäe minimaalse äraveo ja katmise realiseerumine (alus: Infragate Eesti AS, 2015).

3.2 Alternatiiv II – Kukruse aherainemäe katmine

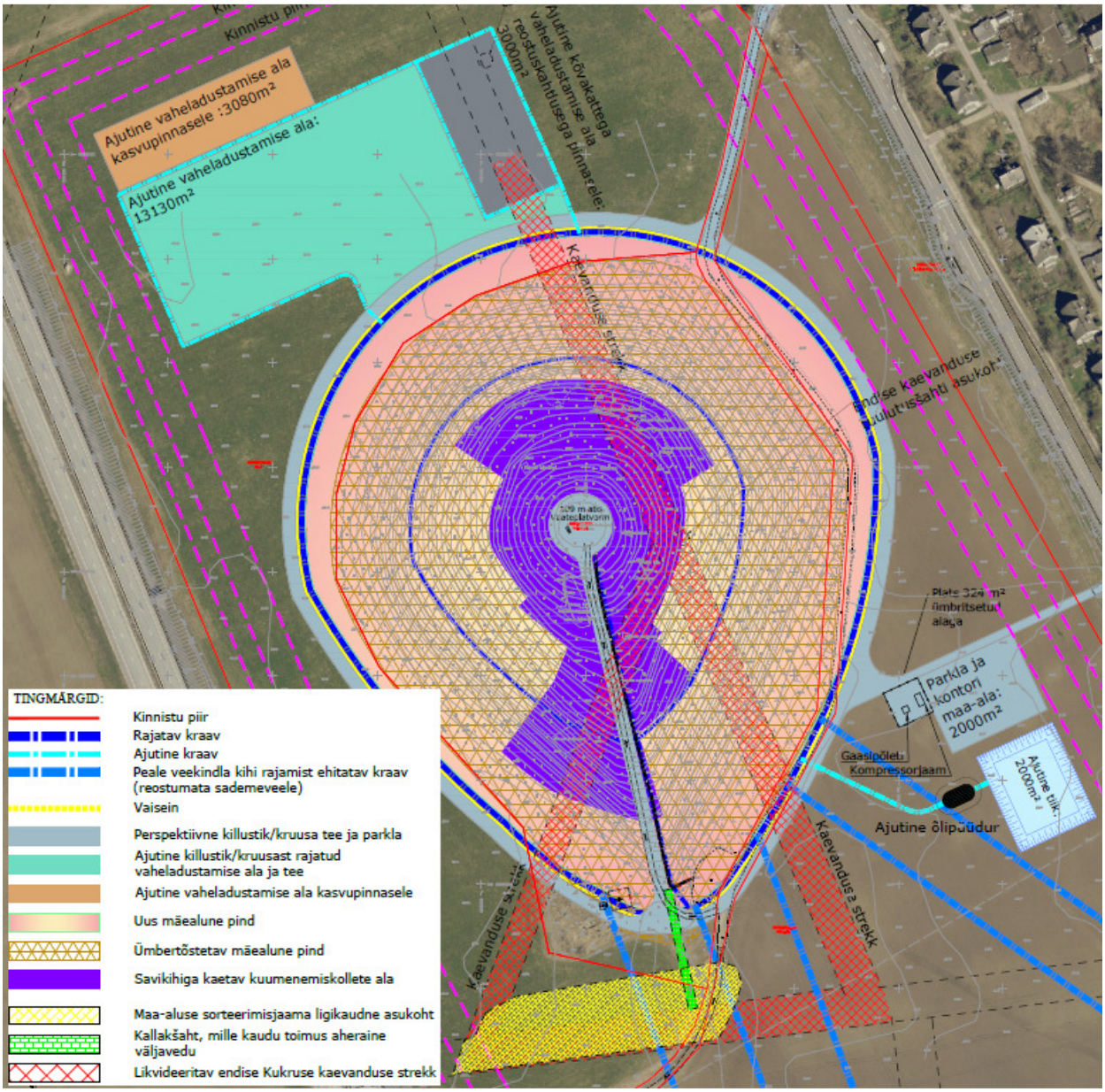
Kukruse aherainemäe kuumenemiskollete summutamiseks ja taassüttimise vältimiseks on vajalik takistada õhu juurdepääs kuumenenud lasundile. Mäe all paiknevad Kukruse kohati sissevarisenud põlevkivikaevanduse käigud, mille sügavus ulatub 15 - 16 meetrini, samuti on praktiliselt kogu mäe alune ala alt kaevandatud, mistõttu on kaevanduse lagi varisenud ning lõheline. Kaevanduskäikude kaudu toimub kuumenemiskollete pidev õhuga varustamine, kiirendades oksüdeerumisprotsesse ning suurendades riski mäe taassüttimiseks. Hapnik pääseb mäkke sisse ka järskudest nõlvadest ning vajumislõhede kaudu. Õhu juurdepääsu takistamiseks maapinnalt kaetakse mägi õhutiheda materjaliga ning maa-alt piiratakse õhu juurdepääsu 18 m sügavuse betoonist sulundseina või puurvaiadest seinaga ümber jäätmehoidla. Kuna kaevanduskäigud on väga sügavad (kuni 16 m), on tegemist majanduslikult väga kuluka alternatiiviga.

Mäe katmine eeldab esmalt mäele sobiva nõlvuse andmist (soovitav nõlvus 1:3), kuna praegune nõlvade kalle (keskmiselt 1:2,7) ei võimalda planeerimismasinatel katmistöid teostada. Pindmise kihi ümberpaigutamisel moodustatakse senisest laugem mägi ning mõningal määral suureneb ka ladestusala alune pindala, mis tähendaks kõrvalasuvate kinnistute osalist kasutuselevõttu jäätmehoidla maana. Ümberpaigutatavat materjali on koguseliselt hinnatud 150 000 m^3-le. Samuti tuleb täiendava maa-ala kasutuselevõtul viia läbi vajalikud tegevused keskkonnaohutuse tagamiseks, sh õhukindla põhja rajamine täiendavalt kasutusele võetaval pinnal. Õhukindel põhi rajatakse mäkke ladestatud karbonaatse materjali tihendamise teel.

Olemasoleva puistangu ümber rajatakse killustikukattega juurdepääsutee, 13 000 m^2 pindalaga vaheladustusplats, 3000 m^2 pindalaga kõvakattega plats ning kontor ja parkla mäe jalami lähedusse. Mäe tippu rajatakse operatiivsõidukite ümberpööramisplats (pööramisraadiusega väh 12 m) koos mäe tippu viiva teega (joonis 3.5).

Pärast sobiva nõlvuse andmist kaetakse aherainemägi järgmiste kattekihtidega:

- 0,5 m paksune peakivikillustikust gaasikogumiskiht, mis on varustatud kogumistorustikuga. Savi paigaldatakse kuumenemisaladele, sest bentoniitmati vettpidavad omadused kaovad pinnatemperatuuri juures üle 80 °C. Savikihi ulatuseks on 15 500 m^2, bentoniitmatil 43 000 m^2. Kaevandatav savi vajab enne mäe katmist täiendavat töötlemist piisava niiskussisalduse saavutamiseks. Savi paigaldus ja töötlemine on võrreldes bentoniitmati kasutamisega mõnevõrra keerulisem.
- vettpidav kiht - bentoniitmatt (vee läbilaskevõime $k = 2{,}0 \times 10^{-11}$ m/s) ja 0,5 m paksune savikiht ($k \leq 1{,}0 \times 10^{-9}$);
- drenaažikiht dreenivast polüpropüleenist vahekihist ja selle külge tugevalt kinnitatud geotekstiili kihtidest kogupaksusega 6,5 mm, vajadusel rajatakse kuumenemiskollete aladele drenaažikiht paekivikillustikust kihi paksusega 0,5 m;
- 0,7 m paksune külmakaitsekiht nn *„storage layer“* olemasoleva mäe pindmise kihi ja karbonaatse materjali segust;
- 0,2 m paksune kasvupinnas, millele rajatakse hüdrokülv. Ette on nähtud kasutada OÜ Järve Biopuhastus reoveesette komposti ja mäe pealmistest kihtidest pärineva karbonaatse materjali segu vahekorras 1 osa komposti : 5 osa karbonaatset materjali.



Joonis 3.5. Alternatiiv II – Kukruse aherainemäe katmise realiseerumine (alus: Infragate Eesti AS, 2015).

Korrastamisperioodiks rajatakse sademevee kokkukogumiseks olemasoleva ladestusala ning vaheladustusplatside ümber geomembraanist põhjaga ringkraavistik, kust edasi suunatakse vesi 2000 m^3 mahutavusega geomembraanpõhjaga tiiki. Enne tiiki juhtimist läbib sademevesi õlipüüduri. Kokkukogutud vesi purgitakse lähimasse reoveepuhastisse või puhastatakse kohapeal konteinerpuhastis. Reostunud sademevee pinnaveekogudesse ega kaevanduskäikudesse suunamist ei toimu.

Alaliselt rajatakse uuele ladestusele valgvee kogumissüsteem, mis koosneb veekindla põhjaga rajatud kogumiskraavist ümber mäe perimeetri ja väljaviikudest kraavide või torude kujul korrapäraste vahemaade tagant, mis juhivad kogutud vee ladestut ümbritsevatele haljasalale. Sademeveest tingitud koormuse ühtlustamiseks rajataks üks kraav mäe nõlva keskosasse ning ühendatakse paralleelselt juurdepääsuteega kulgeva allavoolukraaviga. Vettpidava kihi pealt mahavalguv sademevesi on puhas, kuna ei puutu reoainetega kokku. Samuti nähakse ette mäe ümber seirepuurkaevude rajamine, võimaldamaks seirata põhjavee kvaliteeti.

Katmisel ja maa-alt õhu juurdevoolu takistamisel tagatakse, et mägi edaspidi ise ei süttiks, samas toimuvad edasi mäe sees utmise ja jahtumise protsessid, mille käigus tekkivad mürgised gaasid kogutakse kokku gaasikogumiskihi kaudu. Emiteeruvad gaasid käideldakse nõuetelekohasel kohapeal, rajades selleks gaaside puhastussüsteemi (H_2S-i puhastamiseks) ja tõrvikpõleti. Gaaside käitlemine võib osutuda keerukaks, kuna põletamiseks on gaasis sisalduva metaani kontsentratsioon liiga madal ning põletatavale gaasisegule võib olla vajalik täiendavalt metaani lisada. Lisaks sisaldavad gaasid suurel määral divesiniksulfiidi (H_2S), mis on korrosiivsete omadustega ning rajada tuleb gaaside puhastussüsteem enne tõrvikpõletisse juhtimist.

Kuigi katmisega piiratakse sademevee jõudmist mäe sisemusse, säilib pikemas perspektiivis oht põhjaveele (pärast mäe jahtumist), kui utmisproduktid jõuavad või on jõudnud sügavamatesse kihtidesse. Kaasnevaks riskiks on ka vajumisdeformatsioonide teke mäe nõlvadel, millele kate vastu ei pruugi pidada.

3.3 0-alternatiiv – olemasoleva olukorra jätkumine

Vastavalt aruandele „*Suletud, sh peremeheta jäätmehoidlate inventeerimisnimistu koostamine. II etapp*“ (AS Maves, 2012) viitavad kuumenemiskollete laienemine kagunõlvale ja vingugaasi esinemine uuele alale laienenud kuumenemiskoldest eralduvates gaasides põlemise või poolkoksistumise taolise nähtuse toimumisele aherainepuistangus, võimalik on taoliste protsesside edasine laienemine. Kohapealse ülevaatuse ja kõrgusmudeli põhjal võib täheldada korrapäraseid kaarjaid vajumisdeformatsioone ning ka puistangu kuju viitab kõrgema osa vajumisele, andes tõestust mäe sees toimuvatele keemilistele protsessidele.

Kukruse aherainepuistangu mõõtepunktides mäe otsas ületati mitmekordselt SO_2, H_2S, CO ja LOÜ saasteainete välisõhu kvaliteedi piirväärtusi, seejuures H_2S ja CO tasemed olid inimtervisele otseselt ohtlikud. Aromaatsetest süsivesinikest esines benseeni, tolueeni ja ksüleene. Lühi- ja pikaajalisel perioodil on Kukruse kaevandamisjäätmete hoidla puhul võimalus suurõnnetuse tekkeks iseenesliku taassüttimise läbi. Suurõnnetuse riski suurendavad kohtspetsiifilised iseärasused (lähedal paiknevad elamud, mäe külastatavus, lõkete tegemine jms).

Põhjavee liikumise suunalt allavoolu ilmnes pärast 1976-1977 a põlengut Kukruse linnaosa Lehe tn 31 kinnistu puurkaevus põhjaveereostus. AS Maves (2004) töö kohaselt on aherainemäe kirdenõlva jalamile rajatud vaatluspuurauk RA-KK-1-1, mille vesi (sisuliselt aherainemäe nõrgvesi) sisaldas 1-aluselisi fenoole 51,2 µg/l, millest kresoolide osakaal oli 10,1 µg/l. IPT Projektijuhtimine OÜ 2015. a võetud veeanalüüsid mäe ümbrusesse rajatud puuraukudest tõendasid taaskord õliga saastunud põhjavee esinemist mäest ida-kagusuunal (põhjavee liikumise suunalt allavoolu).

Olemasoleva olukorra jätkumine tähendab mäe sees toimuvate keemiliste protsesside jätkumist omasoodu ning pikemas perspektiivis veekeskkonna ja pinnase edasist reostumist puistangust väljanõrguva nõrgveega ning välisõhu saastamist utmisgaasidega. Suurimaks ohuks on mäe taassüttimine, kui kaevanduskäigud sisse varisevad ja mäemassiivi tekkinud uute lõhede kaudu õhu juurdevool intensiivistub.

4. Kavandatava tegevuse ja selle alternatiividega kaasneva keskkonnamõju analüüs ja leevendavad meetmed

4.1 Teostatud uuringud ja olemasoleva informatsiooni piisavus

KMH aruande teostamisel kasutati Maa-ameti kaardirakendusi ja EELIS-e, Keskkonnaagentuuri andmeid, erialakirjandust, strateegilisi dokumente ja Eesti Vabariigi õigusakte ning muud saadaval olevat (asjakohast) informatsiooni. Lisaks kasutati aruandes analoogiaid, ekspertide kogemusele tuginevaid erinevaid seisukohti, geoinfosüsteemide (GIS) rakendusi ja muud asjakohast teavet või vahendit, mis võimaldas teha KMH aruandes põhjendatud järeldust (sh mõju ja mõju olulisuse määratlemist).

Kavandatava tegevuse ja selle alternatiivide erinevate valdkondade keskkonnamõju väljaselgitamiseks teostati käesoleva töö raames OÜ IPT projektijuhtimine poolt 2015. a järgmised uuringud:

- ladestu geotehniline uuring,
- kuumenemiskollete uuring,
- geokeemiline (saasteainete sisalduse) uuring,
- hüdrogeoloogiline (pinna-, põhja- ja nõrgvesi) uuring;
- teostatavusuuring.

KMH koostamise käigus viidi OÜ Alkranel poolt läbi Kukruse aherainemäe visuaalne ülevaatus 06.03.2015. a, mil tutvuti piirkonna keskkonnatingimustega.

Keskonnamõjude hindamisel võeti aluseks nii käesoleva töö raames kui varasemalt teostatud uuringute tulemused. KMH-d läbi viiv ekspertrühm leiab, et teostatud uuringute ning olemasoleva teabe maht ja kvaliteet on piisav, et tagada KeHJS nõuetele ja heakskiidetud KMH programmile (lisa 1) vastava KMH aruande valmimine.

4.2 Veekeskond ja pinnas

Võimalik keskkonnamõju veekeskonnale ja pinnasele on seotud korrastamistööde käigus ladestusalale ning lähiümbrusesse imbuva reostunud veega ning pikaajaliselt mõjutab antud valdkonda mäe stabiilsus ning selle sees toimuvad protsessid.

4.2.1 Mõju põhjavee seisundile

Alternatiiv I

Mäe seest väljanõrguvate ühenditega põhjavee reostumine jätkub vaid ehitusperioodil, mille jooksul ei saa välistada reostunud materjali kokkupuudet sademeveega. Korrastusperioodi pikkuseks on hinnanguliselt arvestatud 1 kuni 2 aastat. Arvestades mäe pikaajalist reostustoimet põhjaveele, on tegemist väga lühikese perioodiga.

Alternatiiv I kõik variandid näevad ette ümber aherainepuistangu ja vaheladustusplatside sademevee kokkukogumiseks geomembraanpõhjaga kraavistiku ja tiigi rajamist ehitusperioodiks. Materjali ohutumaks sorteerimiseks erinevatesse fraktsioonidesse kaetakse sorteerimisväli kõvakattega, vältides platsist läbinõrguva vee jõudmist põhjavette.

Võttes aluseks piirkonna (Jõhvi) klimaatilised tingimused, kus pikaajaline keskmine aastane sademete hulk on 736 mm = 0,736 m, aurustumise intensiivsus pinnalt 60 % ning aheraineladestu (48 500 m^2) ja platside pindalad, saame teoreetilise kokkukogutava sademevee koguse.

Variant 1 puhul on teoreetiline kokkukogutav sademevee kogus järgmine:
Q = 0,736 x (48 500 + 13 170 + 3000) x (1-0,6) = 19 039 m^3/a = 52 m^3/d.

Variant 2 puhul on teoreetiline kokkukogutav sademevee kogus järgmine:
Q = 0,736 x (48 500 + 20 813 + 8423) x (1-0,6) = 22 885 m^3/a = 63 m^3/d.

Variant 3 puhul on teoreetiline kokkukogutav sademevee kogus järgmine:
Q = 0,736 x (48 500 + 19 345 + 8423) x (1-0,6) = 22 453 m^3/a = 62 m^3/d.

Arvestades ööpäeva maksimaalset sademete hulka (115,7 mm = 0,116 m), on maksimaalne ühe ööpäeva sademetekogus variant 1 korral 3001 m^3, variant 3 puhul 3607 m^3 ning variant 2 puhul 3539 m^3.

Siiski tuleb arvestada, et teoreetiliselt kokkukogutavast sademeveehulgast suudetakse sademevee kogumissüsteemi abil kokku koguda vaid osa maha sadenenud veest. Nii kujuneb kõvakattega pindadelt kokkukogutava vee koguseks 100 %, killustikukattega pindadelt ja ladestusalalt aga kuni 20 % maapinnale sadenevast veest. Kokkuvõttes suunatakse sademevee kogumistiiki variant 1 korral keskmiselt 12 m^3/d, maksimaalselt 711 m^3/d, variant 2 puhul 18 m^3/d, maksimaalselt 1034 m^3/d ning variant 3 puhul 17,7 m^3/d, maksimaalselt 1020 m^3/d.

Sademevee tiigi mahutavuseks on arvestatud 2000 m^3, mis variant 2 ja 3 korral tagab ligi kahe ööpäeva maksimaalse veekoguse kinnipidamise ning variant 1 puhul kolme ööpäeva maksimaalse veekoguse hoidmise, olles piisava mahutavusega maksimaalsete ööpäevaste veekoguste hoidmiseks. Ehitusperioodil kraavituse kaudu kokkukogutava vee puhastamine õlipüüduris ning puhastis aitab vähendada korrastusaegset negatiivset veekeskkonnale põhjustatud mõju, kuigi suur kogus sademevett imbub otse hoidla kehandisse ning läbi killustikukattega platsi, jõudes lõpuks põhjavette. 1 kuni 2 aasta pikkuse perioodiga jõuab ladestusala ning killustikukattega vaheladustusplatsi kaudu põhjavette täiendavalt 14 530…29 055 m^3 (variant 1), 16 330…32 660 m^3 (variant 2) või 15 980…31 960 m^3 (variant 3) sademevett, mis võib osaliselt olla reostunud. Kokkuvõttes pole lühiajaliselt võimalik negatiivset keskkonnamõju veekeskkonnale täielikult vältida, mõju on antud valdkonnas lühiajaliselt nõrgalt kuni mõõdukalt negatiivne.

Pikaajaline veekeskkonnale avalduv mõju alternatiiv I rakendumisel puudub, kuna ohuallikas likvideeritakse. Kogu mäe ärateisaldamisel (variant 1) korrastatakse ja haljastatakse puistangu alune pind ning reostunud ega põlemisohtlikku materjali kohapeale ei jää. Teisaldatav materjal paigutatakse keskkonnaohutusse jäätmehoidlasse, millel on olemas nõrgvee kogumissüsteem ning kus toimib materjali ladestamine vettpidavate tihendatavate kihtidena (filtratsioonimoodul uuel VKG poolkoksiladestusalal on minimaalselt ~10^{-8} m/s).

Variant 2 ja 3 rakendamisel kaetakse ladestu veekindla kihiga, nõrgvett enam ei teki. Ainsana moodustub mööda kaetud hoidla nõlvu allavalguv valgvesi, mis reostunud materjaliga kokku ei puutu. Ladestule õhutiheda aluse rajamiseks on planeeritud kasutada aherainemäes leiduvat karbonaatset materjali, mille tihendamisomaduste väljaselgitamiseks määrati OÜ IPT Projektijuhtimine (2015) poolt laboris materjali Proctori tihedus (maksimaalne materjali tihedus). Uuriti kolme karbonaatse materjali proovi nende tihendamisomaduste määramiseks ning teostati lõimisanalüüs. Materjali lõimisanalüüsi tulemuste (d15) järgi arvutati välja materjali filtratsioonikoefitsiendid (d_{15} oli proovidel 0,012 mm, 0,017 mm ja 0,04 mm). Vastavad filtratsioonikoefitsendid saadi kolme proovi lõikes vahemikus 5 x 10^{-8} m/s ja

7 x 10^{-7} m/s, mis tagab küllaldase varuga vajaliku õhutiheduse. Kirjanduse andmetel takistab õhu konvektsiooni kate filtratsioonikoefitsiendiga 3 x 10^{-6} m/s (Lefebre *et al,* 2001c, ref Wels *et al*, 2003). Sellistes tingimustes ei ole jäätmehoidla aluse ja külgede täiendav tihendamine kunstliku kaitsekihiga ning ka nõrgvee kogumise ja ärajuhtimissüsteemi rajamine ladestusala alla põhjendatud. Nõrgvee teke on takistatud mäele vettpidava kihi paigaldamise ning valgvee kogumissüsteemi rajamisega. Teoreetiliselt saab nõrgvesi tekkida vaid ladestatava materjali niiskusest tulenevalt, kuigi materjali puistangusse õhutihedalt tihendamisega seotakse nii naftasaadused kui vesi osakeste külge ning stabiilse keskkonna püsimisel need mäe seest välja ei leostu. Ladestusalale tuleb jahtunud materjal paigutada nii, et ühte kohta ei kuhjuks potentsiaalset põlevaminevat või poolkoksistuvat materjali. Sel juhul ei esine ka riski edasiseks mäe kuumenemiseks ja seeläbi vettpidava kihi kahjustamiseks.

Variant 2 ja 3 puhul on üheks võimaluseks moodustada uus ladestusala olemasolevast jäätmehoidlast põhjasuunas (osaliselt Nisu ja Rukki kinnistutele). Selle asukoha alternatiivi juures võib osutuda tehniliseks probleemiks uuele jäätmehoidlale õhukindla põhja rajamine ning tihendatud kihtide moodustamine. Kuna vana ja uus ladestu osaliselt kattuvad, siis on samaaegselt vanast ladestust materjali eemaldamine ja uue ladestu aluspõhja rajamine keeruline. Uut ladestut on võimalik rajada ka vanast ladestust eraldi, kuid sellisel juhul pikeneb transporditeekond. Mistõttu pole Nisu ja Rukki kinnistute kasutamine eelistatud asukoha variandiks ja see variant tasub põhjalikumat kaalumist juhul, kui ei ole võimalik soetada Põllumäe kinnistut.

Kokkuvõttes väheneb alternatiiv I realiseerumisel aherainepuistangu mõju veekeskkonnale oluliselt, kuna mäe keskkonnaohtlikkus likvideeritakse. Lühiajalises plaanis on mõju variant 1 puhul nõrgalt negatiivne, variantide 2 ja 3 puhul (tänu vaheladustusplatside pindala suurenemisele) mõõdukalt negatiivne. Pikaajalises skaalas mõju puudub. Samal ajal säilib aherainepuistangust ida-kagusuunda jäävas Ordoviitsiumi lubjakivides levivas põhjavees jääkreostus, mille reostusastme vähenemine toimub pikaajaliselt. Gavrilova *et al* (2010) andmetel ulatub kaevandustegevusest reostunud põhjaveekiht Ida-Virumaal 1200 km^2 suurusele alale. Reostuse kahanemise eelduseks on edasine maapinnalt lähtuva reostuse likvideerimine nii olemasolevast kui ka teistest lähiümbruses paiknevatest keskkonnaohtlikest puistangutest.

Leevendav meede:

- Uue ladestusala moodustamisel on oluline jälgida, et ühte kihti ladestatav materjal oleks piisavalt segunenud ning samasse kohta ei kuhjuks potentsiaalset põlemaminevat või poolkoksistuvat materjali.

Alternatiiv II

Alternatiiv II rakendamisel kaetakse ladestu veekindla kihiga, millega takistatakse sademevee infiltreerumist mäe kehandisse. Väheneb oluliselt nõrgvee teke. Samas pole aherainemäe katmine vettpidava kattematerjaliga põhjavee edasise reostatuse osas täielikult ohutu. Hüdrogeoloogilistest uuringutest järeldub, et mäest eralduv õli on jõudnud põhjavette. Põlevkiviõli võib olenevalt fraktsioonist (kas kerge või raske põlevkiviõli) olla veest raskem, st õli võib liikuda lõhelistes kivimites gravitatsioonijõul aina sügavamale ega pruugi koguneda veepinnale nagu veest kergemad naftasaadused. Seda eriti juhul, kui utmiseks valitsevad tingimused pole mäe sees homogeensed ning kohati võib utmissaadustena mäkke jääda õli vaheprodukte. Jäätmehoidla katmisel ning sulundseina rajamisel ei õnnestu aherainemäge kui reostusallikat täielikult isoleerida, kuna reostuse liikumist põhjavette sel viisil peatada ei saa. Mäe sees asetleidvatest protsessidest lähtuvalt tekib põlevkiviõli juurde ka edaspidi, mille

jõudmist põhjavette lihtsustab antud asukohas lubjakivi lõhelisuse ja karstuse esinemine. Kuumenemise jätkumine võib põhjustada vajumisi ja uute lõhede teket mäepinnal, mistõttu pole ka võimalik tagada ka mäe püsivust ega saa välistada kattekihi kahjustumist. Kokkuvõttes ei taga mäe katmine vettpidava kihiga ning sulundseina rajamine lubjakivisse mäe sees toimuvate protsesside lõppemist ega põhjavee edasise reostumise täielikku likvideerimist. Alternatiiv II realiseerumisel on mõju veekeskkonnale pikaajaliselt mõõdukat negatiivset laadi.

Lühiajaliselt mõjutab põhjavee seisundit mäe korrastustööde raames materjali ümberpaigutamine mäele sobiva nõlvuse andmiseks, mille käigus puutub mäe sees asuv materjal kokku sademeveega ning saastunud sademevett võib leostuda põhjavette. 1 kuni 2 aastat vältava ehitusperioodi jooksul jõuab sarnaselt alternatiiv I juures kirjeldatult põhjavette arvestuslikult ligi 80 % ladestusalale ning killustikukattega vaheladustusplatsile langevatest sademetest, mille koguseks on 14 530…29 055 m^3. Kuna vaheladustusplatside pindalad alternatiiv II ja alternatiiv I variant 1 puhul on praktiliselt samad, siis täiendavaid arvutusi sademevee koguse arvestamiseks ja ööpäevase maksimaalse sademetehulga kinnipidamiseks ei teostata. Sademevee tiik on piisava mahutavusega, et kinni pidada kolme ööpäeva maksimaalsed sademetehulgad. Lühiajaline mõju tänu saastunud sademevee imbumisele ladestusalale ja ladestusplatsile on kokkuvõttes nõrgalt negatiivne.

Kavandatava tegevuse realiseerumise lahenditest on põhjavee seisundi suhtes eelistatuim alternatiiv I variant 1 elluviimine, millele järgnevad alternatiiv I variant 2 ja 3.

Null-alternatiiv

Kuna null-alternatiiviga aherainemäe korrastamist ette nähtud ei ole, on olemasoleva olukorraga kaasnevad mõjud veekeskkonnale olemuselt pikaajalised. Mäe sees toimuvad füüsikalis-keemilised protsessid ja nende tagajärjel tekkinud erineva reostusastmega materjalid mõjutavad põhjaveeseisundit erineval moel.

Mäe kuumenemise ning poolkoksistumise tulemusel aurustub valdav osa poolkoksi infiltreeruvast veest ning kuumenenud mäemassi mõju veereostuse seisukohast on vähene. Samas eraldub kuumenemisel gaase (veeaur, metaan, süsinikoksiid, väävelvesinik, dimetüülsulfiid), mis vähendavad poolkoksi tsementeeritust (tingitud ettringiidi tekkest), halvendades geotehnilisi omadusi ja veepidavust (Harzia, H., 2007). OÜ Keskkonnauuringute Keskuse poolt 2003. a koostatud uuring „*Poolkoksi keskkonnaohtlikkuse määramine*“ käsitleb poolkoksi ajalises skaalas muutuvat ohtlikkust. Uuringus järeldatakse, et ohtlikele jäätmetele iseloomulike omadustega on värske poolkoks, vanemat (üle 10 a vanust) poolkoksi võib lugeda tavajäätmeks, kuigi poolkoksi mineraalosast võib pikaajaliselt keskkonda eralduda soolasid, eriti vees lahustuvaid sulfiide. Värske poolkoksi mineraalosa sisaldab aktiivseid keemilisi aineid ($Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $FeSO_4*nH_2O$, CaS), mille lahustumine tõstab oluliselt vee pH-d. Kukruse aherainemägi hõlmab ajaliselt nii vanemat poolkoksi kui ka värsket poolkoksi, sest kuumenemine mäe sees pole lõppenud. Seetõttu leostub mäe seest välja nii naftasaaduseid kui ka erinevaid soolasid. Tõsi, viimastel aastatel on suletud ja üleujutatud kaevandusevee karedus ja soolade sisaldus vähenenud (joonis 2.12) ning vesi vastab enamike näitajate osas joogivee nõuetele. Samas on mäe keskosa kuumenenud ning selles osas valdav osa veest aurustub, kuid mäe küljed on jahtunud ning vee väljaleostumiseks sobilikud. Erinevate ühendite (sh PAH-ühendid, naftaproduktid, benseen) leostumist põhjavette tõestavad ka IPT Projektijuhtimine OÜ poolt teostatud veeuuringud (tabel 2.12).

Kukruse linnaosa Lehe tn 31 kinnistu puurkaevus on tuvastatud põhjaveereostus juba 1970. aastate lõpus, seega on mäest ohtlikke aineid välja leostunud juba mitu dekaadi. Kuna põhjavee

liikumine on antud alal iga-kagusuunaline, esineb sellel suunal ka nimetatud ohtlike ainetega põhjavee reostatus kõige kontsentreeritumalt. Mäest põhja- ja edelasuunal tuvastati vaid benseenireostus, naftaproduktid ning PAH-ühendid üle piirnormi ei olnud. Reostus on püsinud läbi aastate: 2004. a Maves AS poolt teostatud uuringu kohaselt oli aherainemäe kirdenõlva jalamile rajatud vaatluspuurauk reostunud 1-aluseliste fenoolidega, 2015. a IPT Projektijuhtimine OÜ võetud veeanalüüsid tõendasid taaskord õliga saastunud põhjavee esinemist mäest ida-kagusuunal. Tänu mäe edasisele kuumenemisele pole põhjaveereostuse vähenemist niipea ette näha. Tegemist on kaitsmata põhjaveega piirkonnaga, kus puudub ka puhver reoainete vähendmiseks enne põhjavette jõudmist. Puura (1999) on välja toonud, et põlenud aherainemägede negatiivne keskkonnamõju võib avalduda alles mitu dekaadi pärast põlemist, sest temperatuurilangus mäe sees on väga aeglane protsess. Potentsiaalsed probleemid ilmnevad siis, kui vett enam ladestusisestes protsessides ei seota ning kõrge aluselisusega vesi väljanõrgumisel mäest ning kõrge sulfaatide sisaldusega koos õli imbumisega maapinda raskusjõu toimel. Põlenud aherainepuistangutes aluselise nõrgvee moodustumist kinnitab ka AS Maves (2012) töö raames teostatud veeanalüüsid. Kuna põlenud puistangus infiltreeruv sademevesi seotakse tehnogeensete uusmineraalide moodustamiseks, tekib aluseline nõrgvesi põlemisajast aastakümneid hiljem. Samuti on pinnasekihist naftaproduktide põhjavette jõudmine pikemaajalisem protsess, mis eeldab mäe jahtumist alla naftaproduktide aurustumise piiri. Naftaproduktidega reostunud põhjaveekiht levib Ordoviitsiumi lubjakivides. Kokkuvõttes võib pärast mäe jahtumist põhjavee reostatus soolade ning ohtlike ühenditega veelgi suureneda, mis tähendab olulise negatiivse keskkonnamõju jätkumist antud piirkonnas nii lühi- kui pikaajalises skaalas.

4.2.2 Mõju pinnavee seisundile

Alternatiiv I ja II

Pinnaveel on oht reostuda eeskätt korrastamistööde perioodil, mil toimub materjali ümberpaigutamine, vaheladustamine ning ümbertõstetavate kihtide tihendamine. Reostunud sademevee teket aitab vähendada vee kogumine kraavituse kaudu tiiki ja purgimine lähimasse reoveepuhastisse või selle puhastamine kohapeal. Reostuse kandumist pinnavette soosib ülemiste lubjakividega seotud põhjaveekihi dreenitus Pühajõega, mistõttu võivad saasteained kanduda edasi ka jõkke. Reostuse kandumist soodustab ka 850 m kaugusel alguse saav maaparandusehitiste reguleeriv võrk, mis Pühajõkke suubub. Samas pole siiani Pühajõe veekvaliteedi seire reostuse esinemist pinnavees fikseerinud.

Alternatiiv I ja II raames on plaanis uue ladestusala katmiseks kasutada OÜ Järve Biopuhastus poolt toodetavat reoveesette komposti segatuna aherainemäe pindmise karbonaatse materjaliga. Seejuures on arvestuslikuks proportsiooniks 1 osa reoveesette kohta 5 osa karbonaatset materjali. Vastavalt keskkonnaministri 30.12.2002 määrusele nr 78 *Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded*[1] on haljastuses, rekultiveerimisel ja põllumajanduses lühikese raieringiga madalmetsa kasvatamisel lubatud kasutada üksnes stabiliseeritud või stabiliseeritud ja hügieniseeritud setet. Stabiliseeritud sette kasutamisel on keskkonnamõjud veekeskkonnale minimaalsed, kuna settest ei leostu välja lagunemata orgaanikat koos keskkonnaohtlike ainetega (nt raskmetallid), samuti ei esine probleeme haisuga, kuna valdav osa orgaanikast on lagunenud kujul. Stabiliseeritud reoveesete soodustab kiiret taimede kasvu ja seeläbi püsiva murukatte teket. Haljastamise tagajärjel suurenev evapotranspiratsioon jäätmehoidla pinnalt vähendab vegetatsiooniperioodil mäkke nõrguva vee hulka. Seega on vee sidumise osas reoveesette komposti kasutamine positiivset laadi.

Olulisema keskkonnamõjuga on karbonaatse materjali kasutamine kasvukihis (alternatiiv I variant 2 ja 3 ning alternatiiv II), kuna OÜ IPT Projektijuhtimine (2015) poolt läbiviidud laborianalüüsid näitasid selle materjali pH-ks 9,9…12,57. Sellise materjali kasutamine tekitab sademeveega kokkupuutel aluselist vett, mis mõlema alternatiivi korral on ehitusperioodil kavandatud kokku koguda ja puhastada, sulgemisjärgselt aga haljasaladele juhtida. Põlemise järgselt leidub tuhas palju vaba lupja (CaO), mille hüdratiseeriumise käigus tekivad erinevad kaltsiumi faasid sh portlandiit ($Ca(OH)_2$). Aluseline reaktsioon on tingitud eelkõige suurest CaO ning $Ca(OH)_2$ sisaldusest materjalis. Seda kinnitab ka Puura (1999), märkides, et põlenud aherainemägede pinnakihis toimub peamiselt karbonaatide lagunemine oksiididideks, pärast jahtumist hüdroksiidide moodustumine ning lõpuks tagasi karbonaatideks muutumine. Põlevkivitükid teevad läbi reaktsioonid karbonaatide ja silikaatide faasis, moodustades tehnogeenseid mineraale. Alltoodud reaktsioonivõrrandite kohaselt veega kokkupuutel lubi kustub ning hiljem süsinikdioksiidiga reageerides muutub kaltsiumkarbonaadiks (sekundaarne lubjakivi). Vastavad reaktsioonivõrrandid on järgmised:

$CaO + H_2O \Rightarrow Ca(OH)_2$ ning $Ca(OH)_2 + CO_2 \Rightarrow CaCO_3 + H_2O$.

Seega ajutiselt muutub karbonaatse materjaliga kokkupuutuv sademevesi aluselisemaks, ent arvestades seda, et ehitusperiood vältab 1 kuni 2 aastat ning aluseline sademevesi on osaliselt kavandatud kokku koguda ja puhastada, on tegemist siiski lühiajalise häiringuga. Lumiste (2014) katsete alusel kaob portlandiit materalist juba 60 päevaga. Mõtlep *et al* (2010) toob välja, et vaba lubja reageerimine veega toimub veelgi kiiremini, valdav osa lupja hüdratiseerub 24 h jooksul. Portlandiidi karboniseerumine laboritingimustes võtab keskmiselt aega 28 päeva. Seega jõuab valdav osa portlandiidist karboniseeruda juba ehitusperioodil. Karbonaatse materjali pH-d aitab neutraliseerida ka reoveesettest toodetud kompostiga segamine, kuna viimase pH on happelisem (nt AS Tallinna Vesi poolt toodetava reoveesette kompostil 6,3).

Kokkuvõttes avaldub pinnaveele I alternatiivi variant 2 ja 3 ja II alternatiivi realiseerumisel lühiajaline nõrgalt negatiivne mõju tänu lühiajalisele aluselise sademevee tekkele ehitusperioodil, variant 1 puhul on mõju mäe teisaldamise tõttu mõnevõrra väiksem, jäädes väheoluliseks negatiivseks. Sademevee reostatus on lühiajalise toimega ning alternatiiv I kõikide variantide rakendumisel pikemas perspektiivis pinnaveele mõju ei avaldata. Olulisema negatiivsema mõjuga on alternatiiv II elluviimine, mis tänu kattematerjali purunemisohtlikkusele ning reoainete edasisele veekeskonda imbumisele omab kokkuvõttes nõrgalt negatiivset keskkonnamõju.

Null-alternatiiv

Olemasoleva olukorra jätkumisel võib tulevikus kaasneda põlemisest tingitud aluselise nõrgvee teke ja seeläbi pinnavee reostumine. Vastavalt kirjanduse andmetele võib aluseline nõrgvesi hakata mäest välja imbuma alles mitukümmend aastat pärast põlengut. Seni pole pinnaveekogudes aluselisusega probleeme olnud, seda tõestavad ka pikaajalised Pühajõe seiretulemused, mis Eesti jõgede hüdrokeemilise seire 2013.a ja 2015.a tulemuste alusel näitasid Pühajõe veeseisundiks head klassi. Arvestades mäe sees oleva materjali reostusohtlikkust, võib lühiajalist mõju antud valdkonnas pidada väheoluliseks negatiivseks. Pikaajaline mõju on nõrgalt negatiivne, kuna mäe jahtudes võib reoainete väljaleostumine intensiivistuda ning seeläbi ka negatiivselt lähimaid pinnaveekogusid mõjutada.

4.2.3 Mõju pinnasele

Alternatiiv I

Variant 2 ja 3 korral, kui uus ladestuala moodustatakse olemasolevast lõunasuunda, võetakse uue kaevandamisjäätmehoidla rajamisel kasutusele maa-ala, mille suurus on 4,85 ha. Sama suur ala olemasoleva puistangu all korrastatakse ning haljastatakse. Teise asukoha alternatiivi puhul (jäätmehoidla tekitamine olemasolevast põhjasuunda) kattub uus ladestu osaliselt vana jäätmehoidla asukohaga ning kasutuselevõetav pind on sellevõrra väiksem, kui suures ulatuses vana ladestuga kattumine lõpuks reliseerub. Uue ladestusala asukohast kooritavat pinnast kasutatakse hiljem olemasoleva ladestusala haljastamiseks. Aherainepuistangu ümberpaigutamisel (variant 2 ja 3) kahjustatud pinnas korrastatakse sulgemistööde lõpufaasis, mistõttu jäädavaid kahjustusi pinnasele ei tekitata.

Variant 1 puhul, mil kogu aherainepuistang olemasolevast asukohast minema veetakse, jääb pikajaalises perspektiivis antud asukohale korrastatud ja haljastatud ala, mida on võimalik edasipidi maatulundusmaana kasutusele võtta.

Lisaks kooritakse olemasolevat pinnast variant 1 puhul 20 200 m^2, variant 2 korral 33 200 m^2 ja variant 3 puhul 31 770 m^2 suuruselt alalt vaheladustusplatside, tiigi, parkla ja teede rajamiseks. Pinnase reostusohtu vähendab kraavituse rajamine platside ja ladestusala ümber ning kraavituse ja tiigi eraldamine pinnasest geomembraniga. Pinnast mõjutatakse kindlasti ka lõhkamistööde käigus kaevanduskäikude langetamisega, mil kogu maapind mõningal määral lõhkamispiirkonnas langeb.

Kokkuvõttes võib alternatiiv I variant 1 puhul lugeda mõju pinnasele lühiajaliselt väheoluliseks ning pikaajaliselt puuduvaks, variant 2 ja 3 korral lühiajaliselt nõrgalt oluliseks tänu täiendava pinnase kasutuselevõtule kavandatava tegevuse asukohas. Pikemas perspektiivis, mil ajutised platsid ja vana ladestusala korrastatakse, mõju pinnasele puudub.

Alternatiiv II

Veetiheda pinnakatte rajamine eeldab ettevalmistustöödena olemasoleva pinnase koorimist vaheladustusplatside, parkla ning teede alalt (kokku 20 130 m^2 pinda), samal ajal jääb mägi endisele asupaigale. Materjali ümberpaigutamise töödes kahjustatakse ka mäe ümbrust, kuid mõju on ehitusaegne ning mööduv. Samuti taastatakse haljastus vaheladustusplatsidel pärast korrastamistööde lõppu. Ainsaks kitsaskohaks on aherainepuistangu katmisel mäe edasine kuumenemine, kuna poolkoksistumine ja kuumenemine mäe sees jätkub. Kuumenemine mõjutab kattepinnase omadusi eeskätt niiskusesisalduse muutmisega. Pinnakate võib hakata murenema ning mäe edasisel vajumisel võivad tekkida vajumid, mis pinnakatet deformeerivad.

Kokkuvõttes on lühiajaline pinnasele avalduv mõju nõrgalt negatiivne tänu korrastustööde läbiviimisele, pikaajaline mõju antud valdkonnas on samuti nõrgalt negatiivne, kuna säilib risk kattematerjali deformeerumiseks ning seeläbi pinnase reostumiseks.

Null-alternatiiv

Olulisem mõju kaasneb mäe sees tekkivate füüsikalis-keemiliste protsesside tulemusel, mil mäe nõlvadel asuvad lõhed järjest suurenevad ning õlilaikudega kaetud pinnasekihid kasvavad. Mägi muutub ajapikku ebastabiilsemaks, tühimike kokkuvarisemisel võib tekkida suuremaid varinguid. 0-alternatiivi jätkumine tähendab pinnasele lühiajalises plaanis nõrgalt negatiivse, pikaajalises skaalas mõõdukalt negatiivse keskkonnamõju ilmnemist.

4.3 Endise Kukruse kaevanduse mõju jäätmehoidla korrastamisele

Alternatiiv I ja II

Endine Kukruse kaevandus on maa-alune ammendunud kaevandus, st aherainemäe piirkonnas on põlevkivi maa alt välja kaevandatud ning maapind aherainemäe alt tühi. Kuna uus puistanguala (alternatiiv I variandid 2 ja 3) moodustatakse Kukruse suletud kaevanduse ja kaevanduskäikude kohale, eeldavad puistangualuse maapinna ettevalmistustööd esmalt kaevanduskäikude lae allalaskmist lõhkamise teel. Variant 1 puhul on kavandatud seda teha pärast mäe äravedu. Maapind suletud kaevanduse kohal on kvaasistabiilne, st maapinnalt lähtuvale survele ja muutustele alluv. Rasketehnikat kasutades võivad vanad kaevanduskäigud kokku variseda ja maapind ebaühtlaselt vajuda, mille käigus võivad viga saada nii tehnika kui meeskond. Seetõttu on tööohutust silmas pidades vajalik enne mäe teisaldamistöödega alustamist aherainepuistangu alla, uue ladestuala asukohta ning lähiümbrusesse ehk tööpiirkonda jäävad kaevanduskäigud langetada (lõhata). Lõhkamistööd tuleb teostada lõhkamistööde projekti alusel, mis arvestab olemasolevate hoonete (*ca* 100 m kaugusel) ning Jõhvi-Narva maantee (*ca* 80 m) lähedusega. Variant 2 ja 3 puhul võib osutuda keeruliseks teostada lõhkamistöid olemasolevast ladestusalast põhjasuunda jääva asukoha alternatiivi korral, kuna uus ja vana ladestusala kattuksid osaliselt. Vana ladestusala all kaevanduskäikude langetamine võib avada uued õhukanalid olemasoleva aheraine mäe all ning see toob kaasa riski mäe isesüttimiseks või füüsikalis-keemiliste protsesside intensiivistumiseks. Lõhkamistööde tulemusena maapinnale jäävad vajumisjäljed tasandatakse täiendava pinnase juurdetoomise teel.

Kukruse aherainepuistangu vahetus läheduses paiknes kaevandusšaht, mille kaudu veeti põlevkivi maa peale ning mäe keskel asub tuulutusšaht, mille kaudu varustatakse aherainepuistangut siiani õhuga, soodustades materjali kuumenemise ning mäe sees toimuvate füüsikalis-keemiliste protsesside jätkumist. Lisaks saab mäe sisemuses paiknev materjal hapnikku juurde vanadest kaevanduskäikudest, mis on osaliselt sisse varisenud ning ühenduses nii omavahel kui vana kaevanduse endaga. Tõenäoliselt ongi kaevanduskäikude paiknemine aherainepuistangu all ning mäe kõrge koonusjas kuju olnud peamiseks põhjuseks materjali kuumenemisele. Õhu juurdevool võib soodsate tingimuste kokkulangemisel viia põlengu tekkeni. Kokkuvõttes on vajalik kõikide alternatiivide rakendumisel sulgeda vanad tuulutusšahtid, et vähendada mäele õhu juurdevoolu. Alternatiiv I kõigi variantide korral takistab aga õhu juurdevoolu jäätmehoidlasse ka õhutiheda aluspõhja rajamine. Alternatiiv II elluviimine eeldab aga vanadest kaevanduskäikudest õhu ligipääsu takistamist läbi betoonist või puurvaiadest sulundseina rajamise. Tehniliselt ei pruugi seeläbi saavutada alternatiiv II korral tulemust, mis lõplikult õhu juurdepääsu takistaks, kuna antud piirkonnas on lubjakivi karstunud, vanad kaevanduskäigud osaliselt sisse varisenud ning omavahel ühenduses.

Kuigi ammendunud Kukruse kaevandus on põhjaveega üleujutatud, jääb veetase aherainepuistangu lähialal *ca* 10-12 m sügavusele. Üleujutatud osa paikneb suletud kaevanduse lõunaosas, põhjapool on kaevanduskäigud valdavalt kuivad või kaetud vähese veekihiga. Kukruse ja Käva-2 kaevanduste veetaset reguleeritakse, pumbates igal aastal kaevandustest välja 50 000 m^3 vett, tagamaks Jõhvi linnas üleujutuste ärahoidmise. Seega pole ohtu veetaseme iseeneslikuks tõusmiseks.

Leevendavad meetmed:

- Alternatiiv I variantide 2 ja 3 puhul ei tohi mäe teisaldamistöid alustada enne vanade kaevanduskäikude langetamise (lõhkamistööde) teostamist.

- Lõhkamistööd tuleb teostada lõhkamistööde projekti alusel, mis arvestab olemasolevate hoonete (*ca* 100 m kaugusel) ning Jõhvi-Narva maantee (*ca* 80 m) lähedusega.
- Kõikide alternatiivide elluviimisel tuleb tagada endise kaevanduse tuulutusšahtide sulgemine.

Kokkuvõttes on alternatiiv I realiseerumisel teeb endise Kukruse kaevanduse paiknemine aherainepuistangu all uue ladestusala ehitustöid keerulisemaks, eeldades kogu lähiala maapinna stabiliseerimist kaevanduskäikude langetamise (lõhkamise) teel ning omades seega nõrgalt negatiivset lühiajalist keskkonnamõju. Pikaajalist mõju endine kaevandus mäe stabiilsusele ega olemasolule ei avalda, kui tarvitusele võetakse nimetatud leevendavad meetmed.

Alternatiiv II elluviimisel on endise kaevanduse mõju kõige suurema kaaluga, kuna kaevanduskäikude varingud ning omavaheline ühendatus muudab komplitseerituks sulundseina rajamise ega taga seejuures 100 %-list jäätmehoidlasse õhu juurdepääsu takistust. Mõju on nii lühi- kui pikaajalises plaanis mõõdukalt negatiivne.

Null-alternatiiv
Ka null-alternatiivi jätkumisel on endise kaevanduse mõju tänu õhu juurdepääsu tagamisele mäele ning mäe stabiilsuse mõjutamises seoses varinguohtlikkusega mõõdukalt negatiivne. Varingud endises kaevanduses suurendavad õhuvoolu ning riski mäe taassüttimiseks.

4.4 Korrastamise aegne liikluskorraldus ja -ohutus

Mäe korrastamise ajal kaasneb piirkonnas ehitusmasinate liikumine. Seejuures toimub korrastamisega seotud masinate liikumine nii Kukruse mäel, selle vahetus ümbruses kui ka maanteel. Kuna mägi ja selle vahetu ümbrus on töötsoon, kus toimub vaid ehitusmasinate liikumine ja objektiga mitteseotud läbivliiklus puudub, siis töötsoonis masinate liikumist ja liikluskorraldust alljärgnevalt ei analüüsita. Vastavad ehitusmasinate liikumistrajektoorid ja -teed selgitatakse välja edasise projekteerimise käigus.

Kukruse aherainemägi paikneb Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku (tugimaantee nr 93; vana Tallinn-Narva maantee) ja Tallinn-Narva (põhimaantee nr 1; 2010. a valminud Kukruse-Jõhvi maanteelõik) maanteede vahelisel alal. Kukruse aherainemäe juurdepääs toimub nii praegu kui ka korrastamise ajal Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee kaudu. Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus Maa-ameti Maanteeameti kaardirakenduse (2015) alusel Kukruse aherainemäe lähedases lõigus oli 2014. a 894 sõidukit, millest raskeliikluse osakaal oli 14 % (125 sõidukit/ööpäevas). Seejuures on viimaste aastate liiklussagedus püsinud suhteliselt stabiilne (2012: 910 s/ööp (raskeliiklus 14 %); 2013: 935 s/ööp (12 %)). Alljärgneva hinnangu andmisel on lähtutud 2014. a liikluse andmetest. Kiiruspiiranguks maanteel Kukruse mäe juurdepääsutee piirkonnas on 50 km/h.

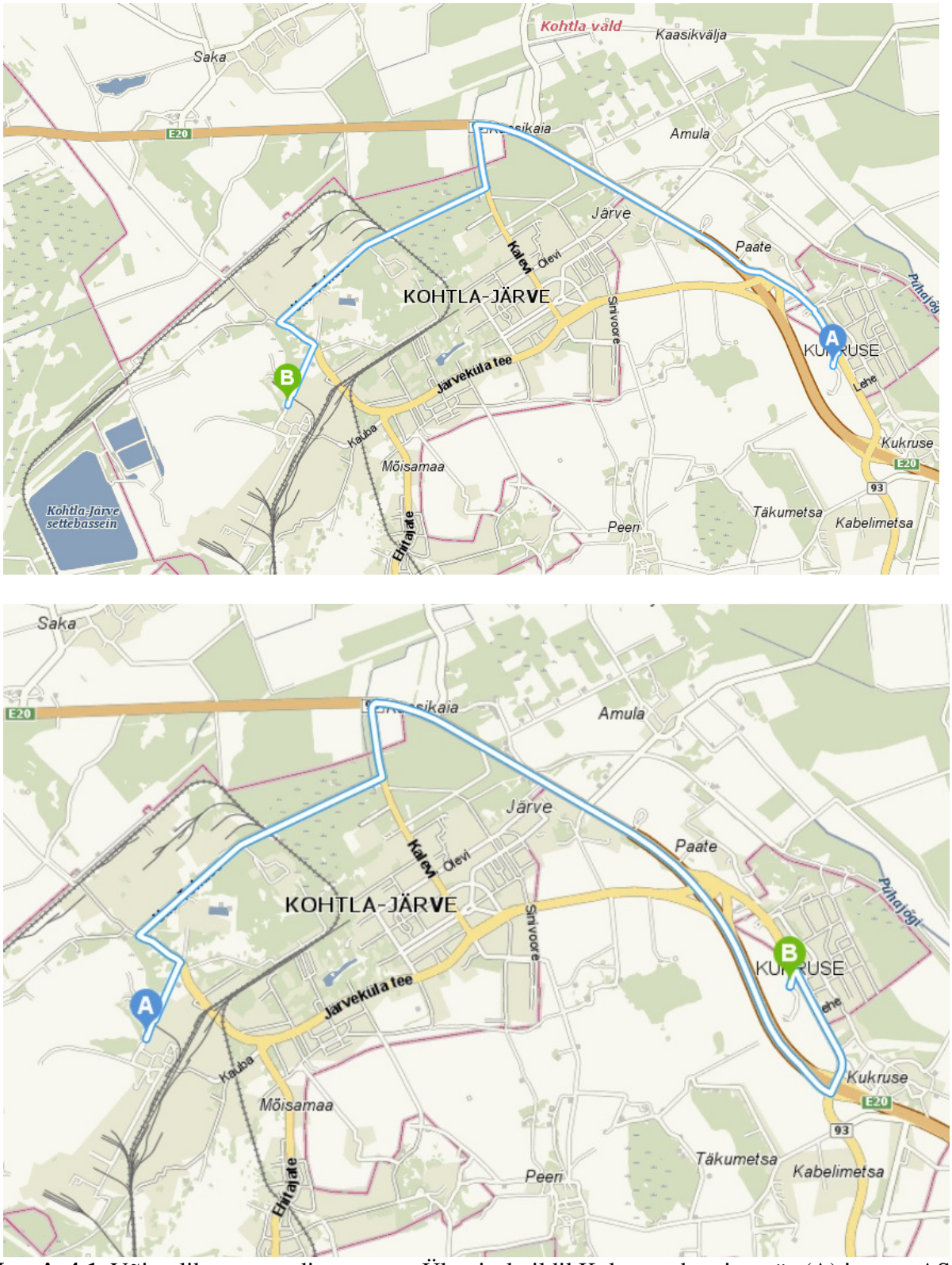
Alternatiiv I
<u>Variant 1</u>
Antud variandi korral nähakse ette mäe täielik äravedu ehk *ca* 790 000 m^3 (sisaldab ka aherainemäe aluse pinnase osalist teisaldamist) materjali transport lõplikusse ladestuspaika. Seejuures on lähimaks võimalikuks ladestuspaigaks AS VKG Oil Kohtla-Järve poolkoksiladestu (ohtlike jäätmete prügila). Lühima tee pikkuseks Kukruse ja AS VKG Oil prügila vahel oleks *ca* 8 km. Samas kulgeks antud marsruut Kohtla-Järve Järve linnaosa keskuse (Järveküla tee) elamute juurest ning arvestades transporditava materjali iseloomu (sh vähemalt kohati ebameeldiv lõhn) ja piirkonna peamisi tuulesuundi (edela- ja lõunatuuled), siis ei ole

antud marsruut materjali transportimiseks aktsepteeritav. Seejuures on raskeveokite Järve linnaosa keskusest eemale suunamise vajadusele juhitud tähelepanu ka Kohtla-Järve Järve linnaosa üldplaneeringus (2008). Alternatiivseks marsruudiks Kukruse mäelt AS VKG Oil prügilasse oleks Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee – Tallinn-Narva mnt – Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee (sh Kalevi ja Uus-Tehase tänavad Kohtla-Järvel) suunal kulgev veotee, mille pikkuseks kujuneks *ca* 10 km (joonis 4.1). Siinjuures tuleb arvestada, et prügilast tagasi Kukruse mäe juurde tuleb teekond *ca* 2 km pikem ja seda tulenevalt Tallinna-Narva maantee liikluskorraldusest Kukruse linnaosa lähistel (üks edasi-tagasi sõit kokku 22 km). Mainitud veotee äärde jääksid vaid üksikud majapidamised Tallinn-Narva maantee ääres ning Kukruse linnaosa piiriäärsed majapidamised. Samas Kukruse linnaosa ja Kukruse küla majapidamised jäävad tulenevalt nende asukohast ja Kukruse aherainemäe juurdepääsutee paiknemisest sõltumata veotee marsruudi valikust alati veotee äärde.

KMH programmi koostamise ajal oli võimalike Kukruse aherainemäe ladestuspaikade nimistus ka Kiviõli Keemiatööstuse OÜ Kiviõli poolkoksi ladestu (kaugus *ca* 30 km, marsruut läbiks Lüganuse ja Erra alevikke) ja Aseri savikarjäär (kaugus *ca* 32 km; kaevandamisload kehtivad aastateni 2026 ja 2029). Samas KMH protsessi ajal Kiviõli Keemiatööstuse OÜ ja Aseri savikarjääri esindajatega toimunud läbirääkimiste tulemusena ei osutunud antud asukohad ladestuspaikadena reaalseteks (sh arvestades kaugusi).

Eelnevat arvestades analüüsitakse detailsemalt joonis 4.1 toodud veotee kasutamise liikluskorralduslikke mõjusid. Eeldades, et Kukruse aherainemäe äravedamiseks kasutatakse nt karjääridest kaevandatud materjali transportimiseks kasutusel olevaid veokeid, siis oleks võimalik ühe veokiga transportida ca 25 t materjali. Eestis on lubatud piiranguteta liigelda kuni 40 t kogumassiga sõidukitel (AS Ramboll Eesti, 2011). Vaadeldaval marsruudil ei ole seatud täiendavaid piiranguid sõidukite massi kohta.

Täielikuks Kukruse aherainemäe ja reostunud sademevee (kokku *ca* 1 195 000 tonni materjali, sh 10 000 m^3 ehk 10 000 tonni reostunud sademevett) äraveoks tuleb eelnimetatud 25 t kandevõimega veokite (reostunud sademevete puhul on arvestatud 10 m^3 paakautoga) korral teostada 48 400 sõitu (arvestades aherainemäe materjali keskmiseks tiheduseks 1,5 t/m^3 ja reostunud sademevete korral 1,0 t/m^3). Arvestades ka edasi-tagasi liikumise vajadust, siis oleks vajalike reiside arv 96 800. Kuna mäe avamise ja teisaldamise protsess sisaldab hetkeseisuga palju määramatust (nt kui paksu kihti on võimalik korraga eemaldada, kui suur saab olema korraga töötavate masinate hulk jms), siis ei ole võimalik anda ka täpseid prognoose tegevusega kaasneva liiklussageduse suurenemise kohta. Hinnanguliselt võiks tööde teostamise perioodiks lugeda 1-2 aastat. Kui võtta aluseks 1-aastane periood ja eeldused, et tegevus toimub vaid tööpäevadel (ühes kuus keskmiselt 21,5 tööpäeva) ja tööaegadel (8:00 – 17:00, sh 1 tund lõunapausi ehk 8 töötundi), siis lisanduks tavapärasele liiklusele vaadeldaval lõigul 375 sõidukit/ööpäevas ehk 47 sõidukit/tunnis. Samadel eeldustel aga 2-aastase tööde perioodi korral lisanduks tavapärasele liiklusele vaadeldaval lõigul 188 sõidukit/ööpäevas ehk 23 sõidukit/tunnis. Sisuliselt tähendaks see, et 1-aastase perioodi korral peaks koormaga masin teele asuma *ca* iga 2,5 minuti tagant, 2-aastase perioodi korral *ca* iga 5,2 minuti tagant. Eelnevat arvestades on väga vähetõenäoline, et terve aherainemäe teisaldamine võiks toimuda ainult 1 aasta jooksul, vaid pigem 2 aasta või veelgi pikema ajaperioodi jooksul. Kuigi peamine mõju liiklussagedusele on tingitud materjali äravedamisest, lisandub vähesel määral liiklust ka tulenevalt nt tööliste transpordist Kukruse aherainemäe töötsooni. Mainitud liikluse osakaal võrreldes põhimahus materjali transpordiga on aga marginaalne.



Joonis 4.1. Võimalik transpordi marsruut. Ülemisel pildil Kukruse aherainemäe (A) juurest AS VKG Oil Kohtla-Järve poolkoksi ladestuspaika (B) ja alumisel pildil AS VKG Oil Kohtla-Järve poolkoksi ladestuspaigast (A) Kukruse aherainemäe (B) juurde. Aluskaart: AS Regio, 2015.

Joonisel 4.1 toodud veotee ulatuses on kõige väiksema liiklussagedusega lõik Kukruse mäe juurdepääsuteest kuni Tallinn-Narva maanteeni kulgev Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maanteelõik. Ülejäänud veotee osas on liiklussagedus eelnimetatud lõigust kordades suurem (vähemalt üle 3000 sõiduki/ööpäevas) ja ristmike läbilaskvuse ning pöörete sooritamisega eelduslikult probleeme ei kaasne. Seega kaasneks peamine muutus Kukruse aherainemäe täielikul äravedamisel just mäe juurdepääsutee ja Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee ristmiku piirkonnas. Seejuures võib eelkõige probleemiks kujuneda vasakpöörete sooritamine ehk käesoleval juhul Kukruse mäelt prügila suunal liikumisel ja prügilast tagasi Kurkuse mäe juurde liikumisel. Kuigi Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maanteelõigu aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus Kukruse aherainemäe ristmiku piirkonnas on suhteliselt väike (894 s/ööp) ja kiiruspiiranguks on seatud 50 km/h oleks lisanduvate sõidukite arv suur. Ühe aastase tööde teostamise perioodi korral suureneks Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maanteelõigu ööpäevane liiklussagedus *ca* 1,4 korda ja 2-aastase perioodi jooksul *ca* 1,2 korda. Kuna ristmikule jõuab ka üks kolmest Kukruse linnaosa juurdepääsuteest (Mäe tänav), siis võib eeldada, et peamine tavapärane liiklus Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maanteel on ristmiku piirkonnas seotud hommikuse ja õhtuse tipptunniga, mis vähemalt osaliselt (õhtune tipptund) kattub ka Kukruse aherainemäe juurest lähtuvate veokite tööajaga. Seega eelnevaid asjaolusid arvestades võib teatud perioodidel esineda liikluse sujuvuse vähenemist. Kui reaalsete aherainemäe korratustööde käigus selgub, et rasketehnika liikumine aherainemäe juurest maanteele põhjustab n.ö tavaliikluse sujuvuse probleeme (seisakuid, liiklusohtlikke olukordi vms), tuleb vajadusel kooskõlastatult Maanteeametiga kasutusele võtta ajutised liikluskorralduslikud vahendid (foorid, liiklusmärgid vms).

Arvestamata eeltoodud võimalikku lühiajalist (aherainemäe teisaldamise periood) negatiivset mõju liikluse sujuvusele, saab liiklusohutuse seisukohast lähtuvalt positiivsete külgedena välja tuua piirkonna head nähtavust ning asjaolu, et Kukruse linnaosaga piirneva maanteelõigu äärde on rajatud kergliiklustee. Maanteest eraldiseisva kergliiklustee olemasolu suurendab piirkonna jalakäijate turvalisust ja liiklusohutust. Seega taanduvad ka liiklusohutuse küsimused eelnevas lõigus toodud ristmiku läbilaskvuse ja liikluse sujuvuse temaatikale.

Aherainemäe täieliku äravedamise järgselt ei ole ette näha pikaajalisi mõjusid piirkonna liikluskorraldusele ja seda eeldusel, et aherainemäe alune maa arvatakse maatulundusmaaks. Võimalikust hilisemast ala arendamisest (nt üldplaneeringu järgne maakasutus) lähtuvate piirkonna liikluskorralduslike muudatuste analüüs ei ole seotud käesoleva töö eesmärgiga ning seda täpsemalt ei käsitleta.

<u>Variant 1 elluviimisel kaasneb lühiajaliselt mõõdukas negatiivne mõju, mida on võimalik leevendada. Pikaajalist negatiivset mõju pole ette näha</u>.

Leevendav meede:

- Kui reaalsete aherainemäe korrastustööde käigus selgub, et rasketehnika liikumine aherainemäe juurest maanteele põhjustab tavaliikluse sujuvuse probleeme (seisakuid, liiklusohtlikke olukordi vms), tuleb vajadusel kooskõlastatult Maanteeametiga kasutusele võtta ajutised liikluskorralduslikud vahendid (foorid, liiklusmärgid vms).

<u>Variant 2</u>

Antud variandi korral nähakse ette mäe osaline äravedu ehk *ca* 120 000 m^3 (180 000 tonni) materjali transport lõplikusse ladestuspaika. Seejuures on võimalikuks ladestuspaigaks sarnaselt variandile 1 AS VKG Oil Kohtla-Järve poolkoksi ladestu (ohtlike jäätmete prügila). Antud variandi puhul on maantee transpordis lisaks mäe osalisele äraveole vajalik arvestada ka

allesjääva mäe korrastamisega seotud materjali (antud juhul kasvukihi tarbeks toodav reoveesete, nt OÜ Järve Biopuhastus reoveepuhastist; lisaks ka bentoniit- ja drenaažimatid) transpordiga ning reostunud sademevete (20 000 m^3) äraveoga. Seega tuleks summaarselt mööda maanteed transportida *ca* 201 900 tonni (sh arvestatud reostunud sademevete kaaluks 20 000 tonni) materjale. Hinnanguliselt võiks tööde teostamise perioodiks lugeda 1 - 2 aastat. Seejuures toimuks materjalide vedu sarnaselt lähtudes variant 1 juures kirjeldatud eeldustest (25 t kandevõimega veok (reostunud sademevete transpordiks 10 m^3 veok), 12/24 kuud, ühes kuus 21,5 tööpäeva ja päevas 8 tundi). Seega lisanduks ööpäevasele liiklussagedusele 1-aastase perioodi korral *ca* 72 sõidukit (*ca* 9 sõidukit/tunnis) ning 2-aastase perioodi korral *ca* 36 sõidukit (*ca* 5 sõidukit/tunnis). Eeltoodud liiklussagedus sisaldab ka lisaks äraveetava materjali transpordile ka vajaliku kasvukihi kujundamiseks täiendava materjali (nt stabiliseeritud reoveesete) transporti. Samas on ligikaudne vajalik reoveesette maht *ca* 1 100 m^3 ning selle transport toimub valdavas mahus peale reostunud pinnase äravedamist ehk kahe tegevuse kumuleeruv mõju piirkonna liiklussagedusele on reaalselt minimaalne (reostunud sademevete äravedu toimub perioodiliselt kogu korrastamise aja vältel). Arvestades eelnevaid asjaolusid ja Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maanteelõigu tavapärast aasta keskmist ööpäevast liiklussagedust, siis ei ole ette näha olulist liikluse sujuvuse ning Kukruse aherainemäe ja Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee ristmiku läbilaskevõime halvenemist tööde teostamise ajal sõltumata ajalisest kestvusest. Samas on tegemist n.ö keskmise olukorraga ning välistada ei saa, et teatud perioodil on materjalide vedu intensiivsem kui eeltoodud keskmine liiklussagedus. Oluline on aga, et tööde teostamine on lühiajaline (eelduslikult 1-2 aastat). Seetõttu ei ole nt ristmiku ümberehitamine põhjendatud, kuna ka hilisema pikaajalise ajaperioodi jooksul ei ole ette näha praegusega võrreldes märkimisväärselt suurenevat Kukruse aherainemäe juurde suunduva liikluse (turistid jms) kasvu. Kui reaalsete aherainemäe korratustööde käigus selgub, et rasketehnika liikumine aherainemäe juurest maanteele põhjustab tavaliikluse sujuvuse probleeme (seisakuid vms), tuleb vajadusel kooskõlastatult Maanteeametiga kasutusele võtta ajutised liikluskorralduslikud vahendid (foorid, liiklusmärgid vms).

<u>Kokkuvõtvalt kaasneb variant 2 elluviimisel lühiajaliselt nõrk negatiivne mõju seoses Kukruse aherainemäe korrastustöödega (sh materjali osaline äravedu), mida on võimalik leevendada. Pikaajalist mõju pole ette näha.</u>

Leevendav meede:

- Kui reaalsete aherainemäe korrastustööde käigus selgub, et rasketehnika liikumine aherainemäe juurest maanteele põhjustab tavaliikluse sujuvuse probleeme (seisakuid, liiklusohtlikke olukordi vms), tuleb vajadusel kooskõlastatult Maanteeametiga kasutusele võtta ajutised liikluskorralduslikud vahendid (foorid, liiklusmärgid vms).

<u>Variant 3</u>

Antud variandi puhul toimub peamine tegevus Kukruse aherainemäe töötsoonis. Maantee tavaliiklusele lisanduvate raskeveokite hulk on võrreldes eelnevate variantidega väiksem, kuna mäe ümberpaigutamisel saab aluspõhja rajamisel ja kattekihtides suuresti ära kasutada olemasolevast mäest ammutatavat reostumata materjali. Peamine korrastamistööde aegne maanteele lisanduv liiklus on seotud reostunud sademevee äraveoga (*ca* 20 000 m^3) ning mäe kattekihimaterjalide (reoveesete *ca* 1200 m^3 ehk ca 1 440 tonni; lisaks ka bentoniit- ja drenaažimati transport) ja reostunud pinnase (*ca* 2 000 m^3 ehk 3000 tonni) äraveoga ehk summaarselt *ca* 25 000 tonni materjali transpordiga. Kui eeldada, et korrastamistööd toimuks 1 - 2 aasta jooksul, lisanduks maanteele 1-aastase perioodi korral keskmiselt *ca* 17 sõidukit ööpäevas (2 sõidukit tunnis) ja 2-aastase perioodi korral keskmiselt *ca* 9 sõidukit ööpäevas (1

sõiduk tunnis). Hetkel ei ole täpselt teada, millist marsruuti mööda hakkaks kulgema bentoniit- ja drenaažimati toomine (sõltub reaalsete tööde tegijate vahelistest lepingutest). Samas võib eeldada, et nimetatud materjal tuuakse aherainemäele võimalikult lähedalt ning transport kulgeks valdavas mahus mööda riigimaanteid või suuremaid kohalikke teid. Seega võib riigimaanteede (sh Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee) liiklussageduse suurenemist eeltoodud sõidukite arvu võrra pidada väheoluliseks mõjuks.

Korrastamise järgsel perioodil hakkavad eelduslikult aherainemäel jätkuvalt käima turistid. Samas ei ole olulist turistide ja seeläbi ka sõidukite arvu suurenemist võrreldes praegusega ette näha.

Kokkuvõtvalt ei ole variant 3 elluviimisel olulist lühi- ega pikaajalist negatiivset mõju piirkonna liikluskorraldusele ja -ohutusele ette näha.

Alternatiiv II

Alternatiiv II puhul kaasneb peamine liiklus Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maanteele seoses aherainemäe ümber vaiseina rajamiseks vajamineva bentoniidi (Injektsioonpuurvaiadest sulundsein. Pinnasesse puuritakse vajaliku sügavusega puuraugud (nt ø300 mm), mis täidetakse bentoniidi ja pinnase seguga. Sulundvaiseina rajamiseks vajalik pinnas saadakse kohapealt) ning hilisema mäe katmiseks vajalike materjalide (paekillustik, savi, reoveesete, bentoniit- ja drenaažimatid) ja reostunud sademevee äraveo transpordiga. Summaarselt oleks hinnanguliselt tarvis mööda maanteed vedada alternatiiv II realiseerumisel 71 900 tonni materjali. Kui eeldada, et korrastamistööd toimuks sarnaselt teiste alternatiividega 1 - 2 aasta jooksul, siis 1 aasta jooksul lisanduks maanteele *ca* 27 sõidukit ööpäevas (3 sõidukit/tunnis) ja 2 aasta jooksul 13 sõidukit ööpäevas (2 sõidukit/tunnis). Seejuures tuleb arvestada, et tegemist on keskmise liiklussagedusega. Arvestades alternatiivi tehnilist keerukust, võib eeldada, et reaalselt esineks sõltuvalt korrastustööde etapist liiklussageduse suurenemise osas intensiivsemaid ja vähemintensiivsemaid perioode. Seejuures ei ole välistatud, et teatud etappidel (nt savi transportimisel) võib osutuda vajalikuks lühiajaliselt Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee liikluse sujuvuse tagamiseks kasutada ajutisi liikluskorralduslikke vahendeid sarnaselt alternatiiv I variant 2 juures tooduga. Antud alternatiivi puhul on ka enim määramatust materjalide transpordi marsruudi osas. Siiski võib eeldada, et põhimahus toimub transport mööda riigimaanteid või karjääride väljaveoteedel (karjääritranspordi liikumisega on juba karjääri avamisel arvestatud). Arvestades eelnevat, tegevuse ajalist kestvust ja transporditavaid koguseid kaasneb alternatiiv II elluviimisel lühiajaline vähene negatiivne mõju liikluskorraldusele (eelkõige liikluse sujuvusele).

Korrastamise järgsel perioodil hakkavad eelduslikult aherainemäel jätkuvalt käima turistid. Samas ei ole olulist turistide ja seeläbi ka sõidukite arvu suurenemist võrreldes praegusega ette näha.

Kokkuvõtvalt kaasneb alternatiiv II elluviimisel lühiajaline vähene negatiivne mõju liikluskorraldusele (eelkõige liikluse sujuvusele). Pikaajalist olulist mõju pole ette näha.

Null-alternatiiv

Olemasoleva olukorra jätkumisel ei kaasne olulisi muutusi piirkonna liikluskorralduses. Mäge külastavate turisti hulk ja nendega kaasnev liiklus ei mõjuta olulisel määral piirkonna liikluskorraldust. Seejuures on oluline, et aherainemäes toimuvate protsesside jätkumisel kaasneb otsene oht ka mäge külastavate turistide tervisele. Seetõttu on aherainemäe tippu minek

juba praegu keelatud ning pikemas ajalises skaalas võib seetõttu eeldada ka turistide arvu vähenemist.

Pikaajalises skaalas ei saa välistada aherainemäes toimuvate protsesside intensiivistumist ning seeläbi ka võimaliku suurõnnetuse teket (nt tulekahju, toksilised gaasid). Sõltuvalt aherainemäes toimuvatest protsessidest ja nende intensiivsusest võib kaasneda piirkonnas õhukvaliteedi ja seeläbi ka nähtavuse halvenemine (suits) piirkonna teedel. Viimane võib vähendada liiklusohutust. Siiski on piirkonna hajumistingimused head ning arvestades ka maapinna abs. kõrguste vahesid, kaasneb negatiivne mõju peamiselt lokaalselt ja halbade ilmastikutingimuste korral.

Kokkuvõtvalt kaasneb null-alternatiivi elluviimisel pikaajaline vähene negatiivne mõju liiklusohutusele. Lühiajalist olulist mõju pole ette näha.

Kokkuvõte alternatiivide liikluskorralduslikest mõjudest:
Peamine mõju liikluskorraldusele on seotud eelkõige korrastamistööde aegse materjalide transportimisega mööda maanteed (eelduslikult valdavas mahus mööda riigimaanteid). Seejuures sõltub mõju (liikluse sujuvus) suurus otseselt transporditavate materjalide kogusest ja ajalisest kestvusest. Kuna aherainemägi ja selle vahetusümbrus on töötsoon, kus toimub vaid ehitusmasinate liikumine ja objektiga mitteseotud läbivliiklus puudub, siis töötsoonis masinate liikumist ja liikluskorraldust käesolevas peatükis ei analüüsitud.

Piirkonna nähtavust ja liiklusohutust (sh jalakäijate liikumine maanteest eraldatud kergliiklusteel) võib pidada headeks. Seetõttu taanduvad ka liiklusohutuse küsimused peamiselt liikluse sujuvuse temaatikale.

Eelnevat arvestades on alternatiivide lõikes eelistatumad alternatiivid, mille puhul transporditavate materjalide kogused on väiksemad. Seega on liikluskorralduslikult eelistatum alternatiiv I variant 3.

4.5 Müra ja vibratsiooni mõjud (korrastamise aegsed)

Müra ja vibratsiooniga seotud Kukruse aherainemäe korrastamistööd jagunevad peamiselt kaheks: tegevused, mis toimuvad aherainemäel ja selle ümbruses ehk tegevused töötsoonis ning materjalide transport mööda maanteed. Nii töötsoonis toimuvate tegevuste kui ka materjalide transpordi korral on eelkõige mõjutatud Kukruse linnaosa ja Kukruse küla lähimate majapidamiste elanikud.

Töötsoonist lähtuvat **müra** mõjutavad eelkõige ehitusmasinate liikumine piirkonnas, aga ka spetsiifiliste tööde (nt alternatiiv II korral vaiade puurimine) iseloom. Seejuures on oluline, et korrastamistööde käigus kasutatakse tehnikat, mis on kasutusel ka tavapäraste ehitustööde ajal või ka näiteks karjäärides (ekskavaatorid, kopplaadurid, veokid jms). Käesoleval hetkel ei ole teada, kuidas hakkab toimuma töötsooni sisene masinate liikumine ja kui palju masinaid on korraga kasutusel ning seda sõltumata alternatiivist. Samas võib eeldada, et tööde teostamisel kasutatakse kaasaegseid ehitusmasinaid, mille lubatud müra- ja vibratsioonitasemetele kehtivad valmistajate poolsed piirangud töötervishoiu nõuetest lähtuvalt. Lisaks on oluline, et kui korraga lähestikku töötavate seadmete müratasemete erinevus on üle 10 dB, siis on seadmete müratasemete kumuleerumine minimaalne ja vaiksema seadme müra võib seejuures jätta arvestamata (http://www.nonoise.org/library/envnoise/#types, 2013). Takistuseta ehk tasase ala

korral on müratasemе suurust punktmüraallikast kaugenedes võimalik leida, kasutades järgmist valemit:
$L_p = L_w - 20 \times \log L - 8$ dB;
kus L_p - helirõhutase vaadeldavas punktis (dB),
L_w - müraallika helivõimsustase (dB),
L - vaadeldava punkti ja müraallika vaheline kaugus, m.

Eeldatavast kasutatavast tehnikast on n.ö kõige mürarikkamad kopplaadur (L_w = 108 dB) ja ekskavaator (L_w = 103 dB), võrreldes nt kallurite müratasemega (L_w = 91 dB; Alkranel OÜ, 2012-2014). Lähimad majapidamised paiknevad aherainemäe servast *ca* 120 m kaugusel. Võttes aluseks kopplaaduri helivõimsustaseme, kujuneks arvutuslikult 120 m kaugusel mäest müratasemeks eeltoodud valemi alusel 58 dB. Arvestades ka võimalike ekskavaatorite samaaegset kasutamist, kujuneks kumuleeruvaks müratasemeks 120 m kaugusel aherainemäest *ca* 60 dB. Seejuures tuleb aga arvestada, et eeltoodud kaugus lähtub aherainemäe majapidamistele lähimast servast. Samas toimuvad peamised korrastamistööd sõltumata alternatiivist valdavas mahus lähimatest majapidamistest kaugemal kui 120 m ehk majapidamisteni jõudev müratase on tõenäoliselt veelgi väiksem. Lisaks on oluline arvestada, et töötsooni ja majapidamiste vahele jääb Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee. Arvestades maantee kaugust lähimatest elamutest (*ca* 20 m) ja eeltoodud arvutuslikku töötsoonist lähtuvat müratasemе, kujuneb majapidamiste juures peamiseks müratasemе mõjutajaks maantee liiklus ning töötsoonist lähtuva müra tähtsus kumuleeruvas mõjus on minimaalne ning mõju võib pidada väheoluliseks. Siiski vaatamata eelnevale tuleb arvestada, et öisel ajal (23:00-07:00) toimuvale ehitustegevusele on erinevalt päevasest ajast (07:00-23:00) seatud vastavad müra piirnormid. Sotsiaalministri 04.03.2002.a määruse nr 42 *Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja müratasemе mõõtmise meetodid* alusel on II kategooria alal öisel ajal lubatud ehitustegevusega seotud müra piirtase 45 dB. Arvestades eelnevalt toodud arvutusi, siis võib öisel ajal ehitustegevuse teostamisel müratase lähimate majapidamiste juures ületada vastavat piirtaset. Seega tuleb üldjuhul vältida aherainemäe korrastamistööde teostamist öisel ajal. Erandkorras, kui tööde käigus on toimunud nt aherainemäe isesüttimine või leiavad aset mingid teised võimalikke terviseriske või keskkonnakahju põhjustavad asjaolud, on aktsepteeritav ka öisel ajal tööde teostamine. Alternatiivide lõikes erineb teistest alternatiividest mõnevõrra, kuid mitte oluliselt alternatiiv II, kus müra kaasneb täiendavalt ka maasiseste vaiade puurimisega.

Materjalide transpordiga seotud müratasemete hindamisel saab määravaks eelkõige transpordiks kasutatavate maanteede n.ö tavapärane liiklussagedus ja kavandatava tegevusega kaasnev kumuleeruv liiklussagedus ning neist lähtuv müra. Enim on seejuures mõjutatud väiksema liiklussagedusega maanteede äärsed elanikud, kuna kavandatava tegevusega kaasneva liiklussageduse osatähtsus summaarses liiklussageduses on suurem, võrreldes suurema liiklussagedusega maanteedega. Seetõttu võttes aluseks peatükis 4.4 (Liikluskorraldus) toodu, on alljärgnevalt keskendutud Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee äärde jäävate Kukruse linnaosa majapidamiste elanikele kaasnevate mõjude analüüsile, kuna Tallinn-Narva (põhimaantee nr 1) osas on lisanduv liiklussagedus seoses korrastustöödega võrreldes maantee kogu liiklussagedusega marginaalne.

Kukruse linnaosa ja Kukruse küla majapidamistega piirnevas Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee lõigus oli liiklussagedus 2014. a 894 sõidukit ööpäevas ning lubatud piirkiirus 50 km/h. Seega on vaadeldav maanteelõik üldjoontes võrreldav väikese liiklussagedusega linnatänavaga. Liiklusmüra modelleerimised Tallinnas (Alkranel OÜ. 2009-2010; OÜ Alkranel, 2012-2013) on näidanud, et *ca* 2000 sõidukit ööpäevas läbiva tänava ääres

saavutatakse müra normtase (nt päevasel ajal 60 dB) *ca* 10 m kaugusel tänavast. Käesoleval juhul jääb Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee liiklussagedus üle 2 korra väiksemaks võrreldavast 2000 sõidukit ööpäevas läbivast tänavast. Seega on lubatud müratase saavutatud maanteele veelgi lähemal kui 10 m. Peatüki 4.4 (Liikluskorraldus) alusel lisandub kõige enam korrastamistööde ajal maanteele liiklust alternatiiv I variant 1 puhul, mille korral Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee hinnanguline liiklussagedus koos kavandatava materjali transpordiga oleks maksimaalselt *ca* 1269 sõidukit ööpäevas (1-aastase korrastamise perioodi jooksul). Seega jääb ka alternatiiv I variant 1 korral liiklussagedus alla 2000 sõiduki ööpäevas ja seda ka olukorras, kui korrastamise perioodil esinevad intensiivsema liiklusega perioodid. Arvestades ka lähimate majapidamiste kaugust (*ca* 20 m) maanteest, ei ole eelnevaid asjaolusid arvestades ette näha ühegi kavandatava tegevuse alternatiivi korral müra normatiivsete tasemete ületamist lähimate majapidamiste juures. Kuigi normatiivse müratasemе ületamist ei ole ette näha, kaasneb siiski alternatiiv I variant 1 korral teiste variantidega võrreldes oluliselt suurem liiklussageduse kasv piirkonnas. Seetõttu kaasneb mainitud alternatiiviga vähene negatiivne mõju seoses müratasemе kasvuga. Teiste alternatiivide korral ei ole olulist mõju liiklusmüra osas ette näha.

Vibratsioon on mehaaniline võnkumine. Soovimatu vibratsioon võib põhjustada ehitiste, masinate jt tarindite kahjustusi, võimalik on ka purunemine eriti resonantsi korral. Üldjuhul on kõige rangemad vibratsiooni normid hoonetele (vibratsioon, mis hooneid kahjustada võiks) üle 30 korra kõrgemad tasemest, mis on inimese poolt tajutav. Hooneid kahjustavat vibratsiooni tajuvad elanikud kui väga tugevat vibratsiooni (Hunaidi, 2000).

Käesoleval juhul võib sisuliselt peamiseks vibratsiooni tekitavaks tegevuseks töötsoonis pidada aherainemäe aluste kaevanduskäikude langetamist lõhkamiste abil (osade alternatiivide puhul võib vähest vibratsiooni põhjustada ka aherainemäele uue aluspõhja ettevalmistamine ja/või vaiade puurimine). Lähimad endise kaevanduse käigud paiknevad majapidamistest *ca* 200 m kaugusel ja *ca* 15 m sügavusel maapinnast.

Uuringud viitavad asjaolule, et mõjutatava objekti seisundile on oluline võnkekeskkonna aineosakeste võnkekiirus. Objekti ohutuse seisukohalt on oluline oodatav maksimaalne võnkekiirus. Hüdrogeoloogilises mõttes sõltuvad maavõngete leviku keskkonna omadused sellest, kas kivimid (lõhed, kontaktpinnad) on täidetud veega täielikult, osaliselt või on kuivad. Kivimite veega täitumise aste mõjutab maavõngete leviku ja võnkumise kiirust. Viimane on oluline võngete ohtlikkuse hindamisel lõhketööde piirkonnas asuvatele objektidele. Gravitatsioonilise vee tavaline keskmine sisaldus kivimites on vahemikus 25 – 40 %. Kivimite gravitatsioonilise veesisalduse kasv võnkepiirkonnas nimetatud keskmiselt tasemelt kuni 100 %-ni võimendab võnkekiirusi 2 – 3 korda. Võnkekiirus kustub veega täitunud võnkekeskkonnas pikema teekonna puhul aeglasemalt (Toomik, 2005). Kuna Kukruse aherainemäe piirkonnas jääb veetase kivimites rohkem kui 10 m sügavusele, siis oluliselt hüdrogeoloogilised tingimused hooneteni kanduvat vibratsiooni ei mõjuta.

Tänapäeval on vajaliku tulemuse saamiseks vajamineva lõhkeaine kogus võimalik väga täpselt välja arvutada. *Lõhkematerjaliseadusega* (RT I 2004, 25, 170) on sätestatud inimese, vara ja keskkonna ohutuse ning julgeoleku tagamise eesmärgil erinevad lõhkamisega seotud nõuded. Vastavalt nimetatud seadusele tuleb lõhketööde tegemiseks koostada projekt. Majandus- ja kommunikatsiooniministri 01.06.2005. a määruses nr 64 *Lõhketöö projektile esitatavad nõuded* on sätestatud ehitistele suurimad lubatavad võnkekiirused sõltuvalt kaugusest ja aluspinnasest. Lõhkamise vibratsioon ohustab hooneid eelkõige hoonetele väga lähedal toimuvate lõhkamiste ja suurte lõhkelaengute korral (Alkranel OÜ, 2011). Iga lõhkamise jaoks koostatakse eraldi

lõhkamispass. Laengute valimisel arvestatakse oluliste objektide lähedust, elamute ja teiste sarnaste objektide läheduses kasutatakse väiksemaid laenguid.

Näitena võib siinkohal tuua Rummu lubjakivikarjääri, kus reaalsete lõhkamiste käigus tekkivat vibratsiooni mõõdeti 210 m kaugusel oleva elamu juures (Alkranel OÜ, 2012-2014). Mõõtmistulemused näitasid, et mõõdetud vibratsioonitase jäi 6,3 korda madalamaks sotsiaalministri 17.05.2002. a määruses nr 78 *Vibratsiooni piirväärtused elamutes ja ühiskasutusega hoonetes ning vibratsiooni mõõtmise meetodid* toodud vastavatest normidest. Seejuures toimusid lõhkamised avakarjääris ja vahetult maapinnalähedases tsoonis.

Käesoleva KMH koostaja hinnangul ei ole eelnevat arvestades tõenäoline, et aherainemäe korrastamisel ehitustegevustest tingitud vibratsiooni võnkekiirus ja vibrokiirendus oleks sellisel tasemel, et see mõjutaks olemasolevate hoonete konstruktsioone. Ei ole tõenäoline, et korrastustööde ehitustööde aegne vibratsioon ületaks sotsiaalministri 17.05.2002. a määruses nr 78 *Vibratsiooni piirväärtused elamutes ja ühiskasutusega hoonetes ning vibratsiooni mõõtmise meetodid* kehtestatud nõudeid üldvibratsioonile. Küll aga võib kerge vibratsioon olla piirkonna hoonetes ehitusaegsel perioodil tundlikuma vibratsioonitajuga inimestele ajuti tajutav.

Tihti kaebavad majaomanikud, et liiklusest tingitud vibratsioon põhjustab nende majade lagunemist (nt praod seintes ja lagedes või vundamendis). Siiski on liiklusest tingitud vibratsioonitasemed harva piisavalt kõrged, et olla otseseks hoonete lagunemise põhjustajaks, kuid vibratsioon võib aidata kaasa hoonete lagunemisele teiste faktoritega koosmõjus. Hoonetel on enamasti sees pinged, mis tulenevad aluspinnase erinevast liikumisest (vajumised, kerked), niiskusest ning temperatuuri kõikumistest. Seetõttu võib liiklusest tingitud vibratsioon hooneid mõjutada seeläbi, et vibratsioon võib soodustada hoone aluse pinnase liikumisi (vajumisi, kerkeid). Kokkuvõtvalt võib öelda, et on äärmiselt keeruline tekitada liikluse (antud juhul maanteeliiklus koos korrastamise perioodil lisanduva materjale transportivate veokitega) poolt sellist vibratsiooni, mis hooneid otseselt kahjustaks, kuid vibratsioon võib mõjutada hoonete kahjustamist kaudselt pinnase vajumist ja kerkeid mõjutades olenevalt pinnase omadustest. Eriti mõjutatavad on vibratsiooni poolt liiva- või turbapinnased. Mida väiksem on pinnase tihedus (kõvadus), seda suurem on vibratsioon (Hunaidi, 2000). Kuivõrd Kukruse piirkonnas esinevad peamiselt lubjakivipinnased ehk vibratsiooni edasikandumist mittesoodustavad pinnased, siis ei ole korrastamise perioodil ette näha olulist liiklusest tingitud vibratsioonitaseme tõusu ega seeläbi negatiivset mõju piirkonna elanikele.

Null-alternatiivi korral olulised müra ja vibratsiooni mõjud puuduvad.

<u>Kokkuvõte alternatiivide müra ja vibratsiooni mõjudest:</u>
Müra ja vibratsiooniga seotud Kukruse aherainemäe korrastamistööd jagunevad peamiselt tegevusteks töötsoonis ja materjalide transpordiks mööda maanteed. Käesolevas peatükis tehtud analüüs näitas, et mõnevõrra erinevad teistest alternatiividest alternatiiv II (töötsoonis kaasneb suurem müra) ja alternatiiv I variant 1 (materjali transpordiga kaasneb suurem müra) ehk nimetatud alternatiividega kaasneb lühiajaliselt nõrk negatiivne mõju, mida on võimalik leevendada. Teiste alternatiivide korral kaasneb lühiajaliselt vähene negatiivne mõju, mida on samuti võimalik leevendada. Pikaajalist olulist mõju ei ole ühegi kavandatava tegevuse alternatiivi elluviimisel ette näha.

Leevendav meede:

- Üldjuhul tuleb vältida aherainemäe korrastamistööde teostamist öisel ajal. Erandkorras, kui tööde käigus on toimunud nt aherainemäe isesüttimine või leiavad aset mingid teised võimalikke terviseriske või keskkonnakahju põhjustavad asjaolud, on aktsepteeritav ka öisel ajal tööde teostamine.

4.6 Mõju välisõhukvaliteedile (välisõhusaaste ja lõhn, soojus, kliima)

Välisõhusaaste, lõhna ja kliima valdkondade temaatikad taanduvad Kukruse aherainemäest ja ka aherainemäe korrastamistööde käigus emiteeruvate saasteainete kontsentratsioonide ja õhukvaliteedi analüüsile, mida on käsitletud allpool. Eraldi temaatikana on käsitletud Kukruse aherainemäest eralduvat soojusreostust.

4.6.1 Saasteainete välisõhu saastatuse taseme hindamine Kukruse aherainemäe lähipiirkonnast (null-alternatiiv)

Välisõhu saastatuse taseme hindamiseks on OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse (EKUK; 2012) poolt teostatud mõõtmisandmete põhjal leitud maapinnalõhede mõõtepunktidest välisõhku paisatavate SO_2, CO ja H_2S heitkogused.

EKUK (2012) mõõtmisaruandes on välja toodud järgmist: mõõtmistel kasutati proovivõtuks dünaamilist vookambrit Odotech, millesse juhiti nullõhku kiirusega 250 ml/min ja lenduvate orgaaniliste ühendite proovide võtmisel kasutati proovivõtupumpa SKC Air Check 2000. Proove koguti kiirusega 125 ml/min. Täiendavalt täpsustati käesoleva KMH koostamise käigus EKUK-ga vookambri pindala, mis oli EKUK andmetel 0,2 m^2.

Hetkeliste heitkoguste arvutamisel oleks aluseks vookambri mõõtmised. Heitkogus $\mu g/m^2 \times s$ saab arvutada järgmise valemi põhjal:

$$Q = C * Vm / S$$

kus:
C on saasteaine kontsentratsioon väljuvates gaasides ($\mu g/m^3$),
Vm on vookambrist läbi juhitava õhu mahtkiirus (m^3/s),
S on vookambri alune pindala (m^2).

Heitkoguste hindamisel on võimalik olnud hinnata SO_2, CO ja H_2S heitkoguseid, kuivõrd nimetatud saasteainete mõõtmine on tehtud vookambrit kasutades. EKUK (2012) mõõtearuande andmetel koguti lenduvate orgaaniliste ühendite proovid SKC adsorbenttorudele (Tenax®), mida analüüsiti laboris gaaskromatograafil mass-spektromeetilise detektoriga (Varian, SATURN 2200 GC/MS). Proovide võtmisel kasutati proovivõtupumpa SKC Air Check 2000. Seetõttu pole eelpool kirjeldatud metoodika alusel LOÜde heitkoguste täpsem hindamine võimalik ning LOÜ-de osas pole välisõhu saastatuse taseme hindamist teostatud.

Kukruse aherainemäe lähipiirkonna välisõhu saastatuse tasemete hindamiseks teostati välisõhu saaste modelleerimine Gaussi saastelehviku kontseptsioonil baseeruva mudeliga AEROPOL 5.1 võrgulahutusega 10 meetrit. Mõõtepunkte ja nende lähiümbrust käsitleti mudelis pindallikatena. Seejuures ei võetud pindallikaks kogu aherainemäe pinda, vaid ainult mõõtepunktide lähiala (maapinnalõhede asukohad). Keskmiseks kolme lõhe pindalaks on arvestatud 1 m^2.

Mudelit kontrolliti eelnevalt EKUK (2012) aruandes toodud mõõtepunkti „Kukruse välisõhk“ mõõdetud H_2S kontsentratsiooni andmetega aheraine mäe kohal ja mõõtepäeval valitsenud meteoandmetega (allikas: Riigi Ilmateenistuse koduleht www.ilmateenistus.ee).

Modelleerimine on teostatud mäe ümbruses 1,5 m kõrgusel maapinnast. Maksimaalsete ühe tunni keskmiste kontsentratsioonide arvutamiseks varieeriti mudelis AEROPOL 5.1 tuule suundi üle ringi 15° sammuga. Modelleerimisel kasutati halvimate hajumistingimustele vastava näitajana tuule kiirust 10 m kõrgusel 0,5 - 2 m/s ja stratifikatsiooni tugevast inversioonis mõõduka konvektsioonini. Tulemuste tõlgendamisel tuleb silmas pidada, et kontsentratsioon ei saa olla maksimaalne korraga kõigis või enamikus võrgupunktides, vaid ainult vähestes (allatuult).

Arvestades sellega, et tegemist on ühekordsete mõõtmiste tulemustel põhineva heitkoguste hindamisega ja keeruline on ka hinnata täpset gaaside väljutusalade pindala Kukruse aherainemäe pinnal, siis ei ole tõenäoliselt modelleerimise tulemused päris täpsed, kuid need tulemused iseloomustavad olemasoleva olukorraga kaasneva välisõhu saastatuse taseme riskitaset.

Alljärgnevalt on joonistel 4.2 - 4.4 esitatud Kukruse aherainemäe poolt põhjustatud välisõhu saastatuse taseme modelleerimise tulemused süsinikmonooksiidi (CO), divesiniksulfiidi (H_2S) ja vääveldioksiidi (SO_2) osas 1,5 m kõrgusel maapinnast aherainemäe ümbruses. Mõõtmisandmetel baseeruvatel modelleerimiste tulemusel ei ületata maapinnalähedases õhukihis ka halbadel hajumistingimustel välisõhu saastatuse taseme piirväärtusi süsinimonooksiidi ja vääveldioksiidi osas.

Divesiniksulfiidi välisõhu saastatuse taseme piiväärtust võidakse ületada kuni ~1400 m kaugusel Kukruse aherainemäest. Kui halbadel hajumistingimustel valitsevad edela- ja läänetuuled, jääb antud alasse sisse kogu Kohtla-Järve linna Kukruse linnaosa ja osa Kukruse küla ning Peeri küla territooriumist. Viimaste osas on tegemist siiski valdavalt maatulundusmaaga kinnistutega ja alale, kus divesiniksulfiidi piirväärtust halbadel hajumistingimustel ületada võidakse, jääb üksikuid elamuid.

Vastavalt *välisõhu kaitse seaduse* § 9 on saastatuse taseme piirväärtuste eesmärk vältida, ennetada või vähendada saasteaine kahjulikku mõju inimese tervisele või keskkonnale. Kuivõrd olemasolevas olukorras võidakse halbadel hajumistingimustel ületada divesiniksulfiidi (H_2S) piirväärtust Kukruse aherainemäe ümbruses laialdasel alal, siis on aherainemäe praeguse olukorra jätkumisel negatiivne mõju piirkonna elanike tervisele. Seetõttu on aherainemäe korrastamine ja mäest lähtuva välisõhu saaste piiramine või likvideerimine vajalikud tegevused.

Kui võtta aluseks OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse (EKUK) poolt 2012. a teostatud ühekordsed välisõhu saasteainete mõõtmised (16.05.2012) kolmes punktis aherainemäe tipu piirkonnas paiknevate maapinna lõhede juures vahetult maapinnal ja nende põhjal välja arvutatud saasteainete hetkelised heitkogused (h/s*m^2), siis saab anda ligikaudse hinnangu ka mäest väljutatavate saasteainete aastaste heitkoguste kohta. Aastaste heitkoguste hindamisel on keskmiseks kolme lõhe pindalaks arvestatud 1 m^2.

Siinkohal peab siiski rõhutama, et aastaste heitkoguste hinnang põhineb eeldustel, et lõhedest, kust 2012. a mõõtmised teostati, toimub pidevalt suhteliselt ühtlane saasteainete emissioon (mis

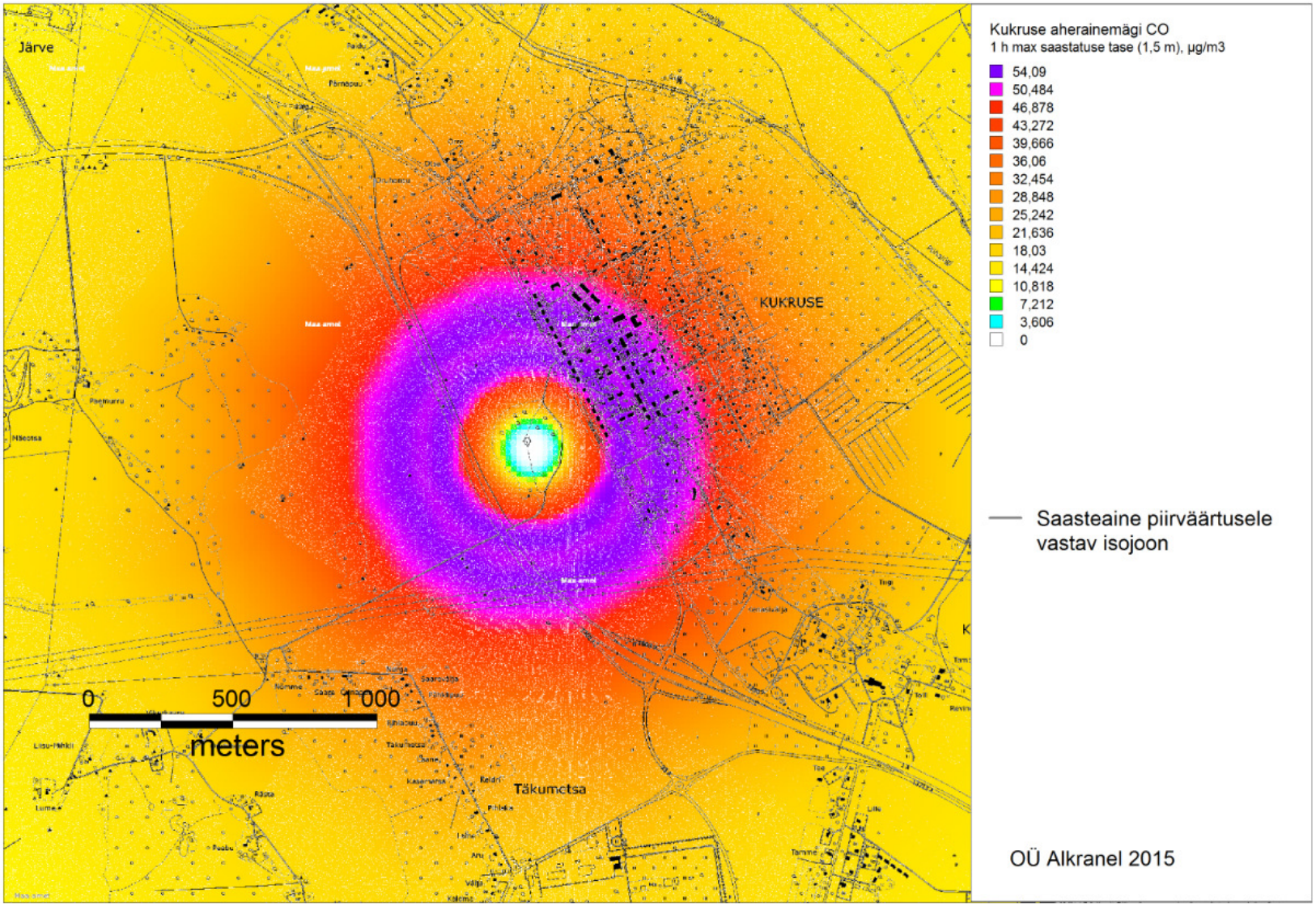
eeldab ka mäe siseste protsesside ühtlast toimumist). Kuivõrd selline olukord ei ole tõenäoliselt realistlik, siis võib antud hinnangu osas olla tegemist nii üle- kui alahinnanguga.

Samuti on arvestatud, et oluliselt mujalt mäe nõlvadelt täiendavalt saasteaineid välisõhku ei paisata. Valdavalt paiskuvad saasteained välisõhku läbi tekkinud lõhede ja läbi mäe pinna saasteainete liikumine on oluliselt väiksem. Siiski ei saa välistada uute täiendavate lõhede teket.

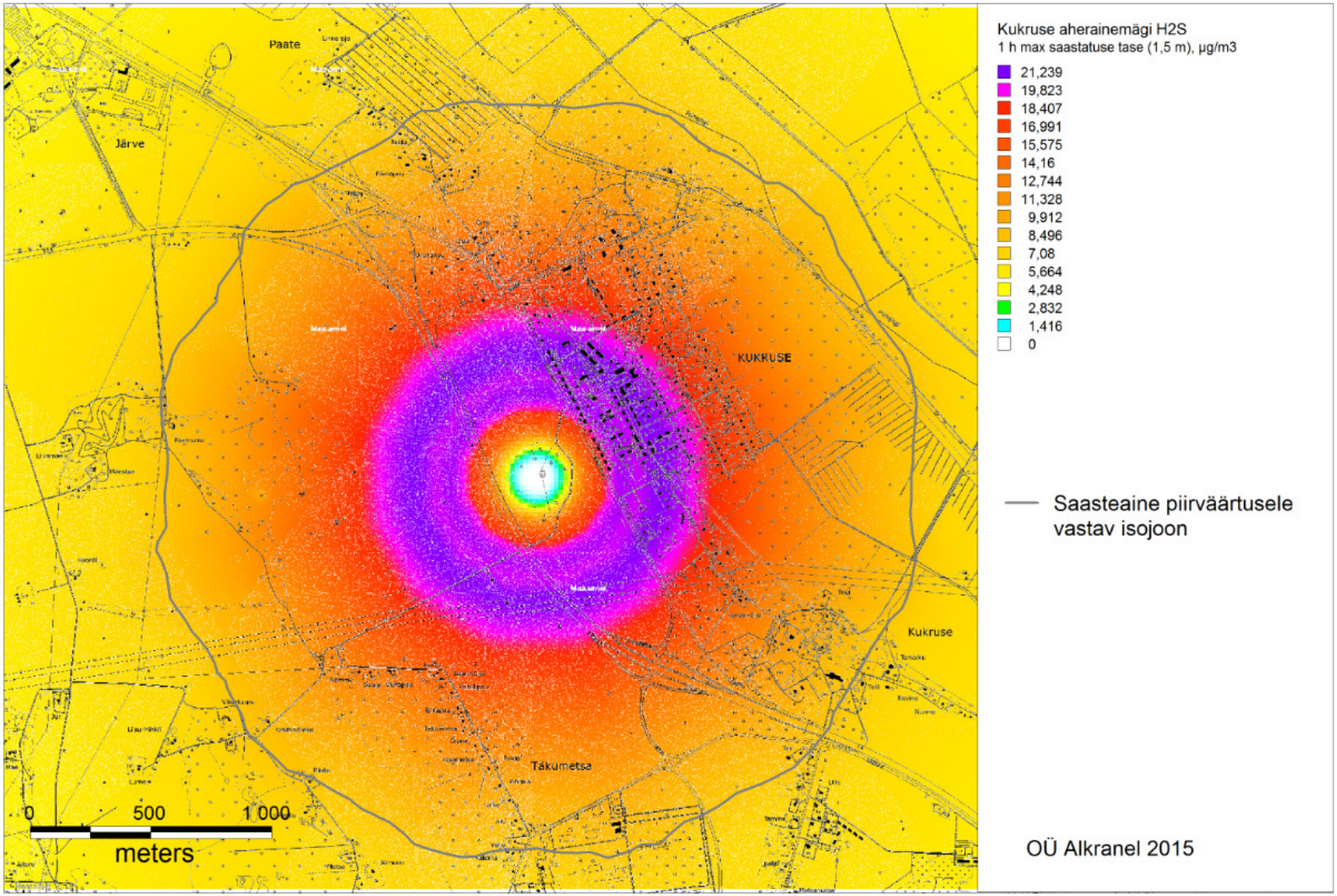
Hinnangulised aastased heitkogused käesoleval ajal (null-alternatiivi korral) on toodud tabelis 4.1.

Tabel 4.1. Kukruse aherainemäest emiteeruvad hinnangulised aastased heitkogused.

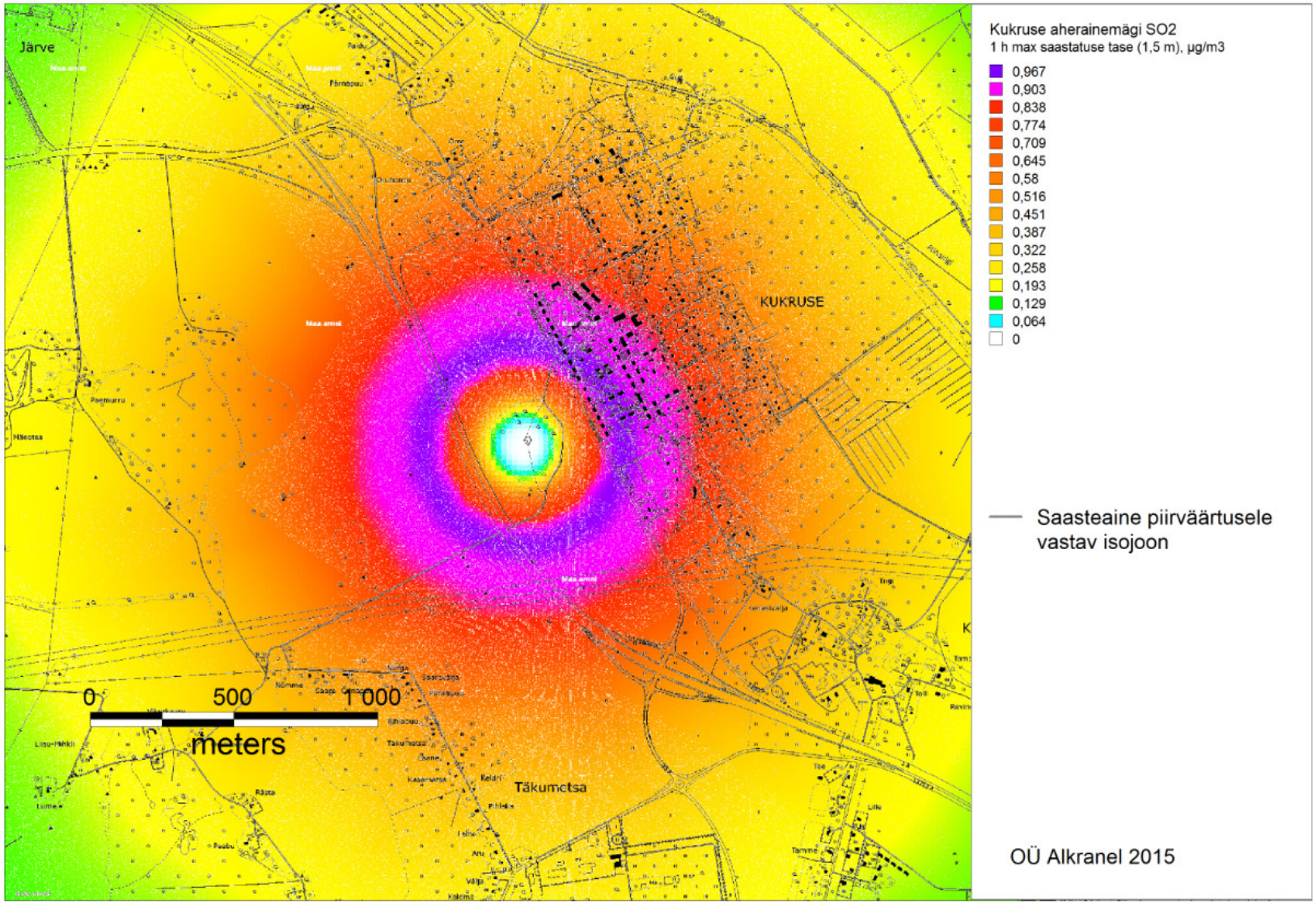
Saasteaine	**16.05.2012 mõõdetud heitkogus kokku 3 lõhe peale, g/s**	**Hinnanguline aastane heitkogus, t/a**
Süsinikdioksiid (CO)	6,329	199,607
Vääveldioksiid (SO_2)	0,144	4,546
Divesinisulfiid (H_2S)	3,070	96,805



Joonis 4.2. Kukruse aherainemäe õhuheitmetest põhjustatud süsinikmonooksiidi (CO) ühe tunni maksimaalne saastatuse tase mäe ümbruses 1,5 m kõrgusel maapinnast, µg/m^3.



Joonis 4.3. Kukruse aherainemäe õhuheitmetest põhjustatud divesiniksulfiidi (H_2S) ühe tunni maksimaalne saastatuse tase mäe ümbruses 1,5 m kõrgusel maapinnast, µg/m^3.



Joonis 4.4. Kukruse aherainemäe õhuheitmetest põhjustatud vääveldioksiidi (SO_2) ühe tunni maksimaalne saastatuse tase mäe ümbruses 1,5 m kõrgusel maapinnast, µg/

4.6.2 Korrastamistööde aegne õhusaaste

Kõigi käesolevas töös analüüsitavate alternatiividega, v.a null-alternatiiv kaasneb korrastamistööde aegne õhusaaste seoses ehitusmasinate liikumisega. Seejuures pärineb peamine õhusaaste materjalide transpordist mööda maanteed. Väiksemas mahus kaasneb õhusaaste ka aherainemäe enda juures tegutsevate ehitusmasinate töötamisega. Tabelis 4.2 on toodud hinnangulised materjalide transpordist lähtuvate saasteainete summaarsed kogused alternatiivide lõikes. Kogused on arvutatud lähtuvalt summaarsest kilometraažist, mida tuleb materjalide transportimiseks raskeveokitega läbida. Seejuures on lähtutud eeldusest, et nii materjali äravedu aherainemäe juurest kui ka korrastamiseks vajalike materjalide toomine toimuks võimalikult aherainemäe lähipiirkonnast. Näiteks on eeldatud, et kogu aherainemäe äravedu (alternatiiv I variant 1) ja reostunud pinnase äravedu toimuks AS VKG Oil Kohtla-Järve poolkoksiladestusse, savi transport toimuks Aseri savikarjäärist ja reoveesette transport OÜ Järve Biopuhastus reoveepuhasti juurest. Raskeveoki transpordiga kaasneva saasteainete eriheite väärtused lähtuvad Antov&Villemi (2012) tööst, mille kohaselt kaasneb 1 raskeveokiga 1 km läbimisel 539 g CO_2; 0,02 g SO_2; 0,17 g PM_{sum} ja 3,80 g NO_x.

Tabel 4.2. Materjalide transpordiga kaasnev summaarne heide alternatiivide lõikes.

Alternatiiv (variant)	**Summaarne läbisõit, km**	**Materjali transpordiga kaasnev summaarne heide, tonnides**			
		CO_2	**SO_2**	**PM_{sum}**	**NO_x**
Alternatiiv I variant 1	1078020	581,05	0,022	0,18	4,10
Alternatiiv I variant 2	203669	109,78	0,004	0,03	0,77
Alternatiiv I variant 3	45886	24,73	0,001	0,01	0,17
Alternatiiv II	105854	57,06	0,002	0,02	0,40

Ebameeldiva või ärritava **lõhnaga** aine *välisõhu kaitse seaduse* tähenduses on inimtegevusest põhjustatud välisõhku eralduv aine või ainete segu, mis võib tekitada elanikkonnal soovimatut lõhnataju. Tuntumad komponendid, millest lõhn moodustub, on ammoniaak, rasvhapped, indoolid, püridiin, amiinid, väävelvesinik, merkaptaanid (Oisalu jt, 2007).

Tavaliselt pole lõhna mõju kindlaks määratav füüsikaliste või keemiliste mõõtmismeetoditega. Lõhna intensiivsus määratakse sageli kindlaks mõõtmismeetoditega, mis põhinevad inimese haistmismeelel. Enamasti tuntakse lõhnasid veel enne, kui neid on võimalik aparatuuriga tuvastada. Süsivesinike korral sõltub lõhna tajumislävi väga oluliselt konkreetse segu keemilisest koostisest, mistõttu ei saa selliste keeruliste segude korral üheselt paika panna ka lõhna tajumisläve ehk nt seirejaamades mõõdetud summaarse alifaatsete süsivesinike taseme põhjal on võimatu hinnata kas konkreetsel juhul levib piirkonnas ka ebameeldiv lõhn või mitte. Võrreldes tavaliste süsivesinikega on heteroaatomeid, eelkõige väävlit ja lämmastikku sisaldavad ühendid väga madala lõhnalävega. Näiteks divesiniksulfiidi lõhnalävi on 0,6 – 1,5 $\mu g/m^3$ (SPV_1 8 $\mu g/m^3$) (Oisalu jt, 2007). Arvestades eeltoodud välisõhu saastatuse taseme modelleerimise tulemusi, siis võib H_2S poolt põhjustatud lõhnahäiring olla tuntav tunduvalt kaugemal kui vastava piirväärtuse ületamine (*ca* 1400 m kaugusel aherainemäest). Lisaks võib eeldada, et ebameeldiva lõhna levikut soodustavad ka teised aherainemäest emiteeruvad saasteained (nt SO_2, LOÜ-d jms).

Lühiajaliselt võivad aherainemäe avamise ja äraveoga seotud alternatiivide korral suureneda piirkonnas saasteainete kontsentratsioonid võrreldes praeguse olukorraga ja seda tulenevalt aherainemäe avamisega seotud tegevusest. Sisuliselt saavad aherainemäe avamisega aherainemäes toimuvate protsesside käigus tekkivad gaasid paremini ja kiiremini aherainemäe seest välja võrreldes nn lõhede kaudu väljumisega. Samuti on risk, et aherainemäe avamisega võidakse avada mõni olemasolev kuumenemiskolle, mis võib tänu suuremale hapniku ligipääsule põhjustada materjali süttimise. Aherainemäe süttimisest hoidumiseks ei tohi tööde käigus kuhugi tekitada järske nõlvu, mis soodustaksid konvektiivset õhuvoolu.

Samas on leevendav asjaolu, et aherainemäe avamine on ette nähtud teha n.ö õhukeste kihtide kaupa koorimisega, lastes seejuures pärast kihi koorimist aherainemäel seista ja jahtuda. Kuna aherainemäest väljuvad gaasid (nt SO_2, H_2S) on inimesele mürgised on eelkõige ohustatud reaalselt aherainemäel tegutsevad töölised (nt ehitusmasinate juhid). Divesiniksulfiidi puhul on täiendavaks ohuks ka asjaolu, et kuigi gaas on alguses haistmismeelele väga ärritav, nüristab ta kiiresti haistmismeele, mistõttu ei ole seejärel enam võimalik ärritavat lõhna tunda isegi kui kontsentratsioonid on kõrged. Tööliste tervise kaitseks töötsoonis on kehtestatud vastavad piirnormid Vabariigi Valitsuse 18.09.2001. a määrusega nr 293 *Töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormid.* Vastavad piirnormid EKUK (2012) töös esitatud saasteainete kohta on esitatud tabelis 4.3.

Selgitused tabel 4.3. kohta: tabelis on esitatud piirnormid ühikus „µg/m^3“, Vabariigi Valitsuse määruses nr 293 aga on piirnormide ühikuks „mg/m^3“. Teisendamise vajadus tuleneb käesolevas aruandes esitatud andmete võrreldavuse tagamiseks. Tabelis 4.3 ei ole toodud piirnorme peatükis 2.8 tabelis 2.15 nimetatud LOÜ-de kohta, kuna vastavad summaarsed piirnormid Vabariigi Valitsuse määruses puuduvad (määruses on esitatud piirnormid lenduvate orgaaniliste ühendite rühma kuuluvate erinevate ainete kohta eraldi).

Tabel 4.3. Vabariigi Valitsuse määruses nr 293 *Töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormid* toodud piirnormid EKUK (2012) töös määratud saasteainetele (vt ka tabeli selgitused tabelile eelnevas lõigus).

Aine (CAS-number)	**Piirnorm** [1)]		**Lühiajalise kokkupuute piirnorm või piirnormi lagi** [2)]	
	µg/m^3	**ppm**	**µg/m^3**	**ppm**
Vääveldioksiid (7446-09-5)	5 000	2	13 000 [3)]	5 [3)]
Divesiniksulfiid (7783-06-4)	7 000	5	14 000	10
Süsinikmonooksiid (630-08-0)	40 000	35	120 000	100

1) Ohtliku kemikaali suurim lubatud keskmine sisaldus töökeskkonna õhus, mõõdetud või arvutatud ajaga-kaalutud 8-tunnise kokkupuuteaja keskmisena;
2) Ohtliku kemikaali suurim lubatud keskmine sisaldus töökeskkonna õhus, mõõdetud või arvutatud ajaga-kaalutud 15-minutilise kokkupuuteaja keskmisena;
3) Piirnormi lagi – ohtliku kemikaali suurim lubatud sisaldus töökeskkonna õhus, millega töötaja kokku puutub.

Arvestades tabelis 4.3 toodud piirnorme, EKUK (2012) töö raames mõõdetud saasteainete kontsentratsioone (vt ptk 2.8 tabel 2.15) ning asjaolu, et ehitusmasinate juhtide töökõrgus paikneb maapinnast kõrgemal, ei ole ette näha töökeskkonnas lubatud piirnormide ületamist. Samas võib eeldada, et aherainemäe avamisega saasteainete kontsentratsioonid vähemalt lokaalselt aherainemäel asuvas töötsoonis suurenevad. Reaalseid kontsentratsioone töötsoonis ei ole võimalik hetkel teadaolevaid andmeid kasutades prognoosida.

Kuna töötsoonis on esindatud inimesele mürgised gaasid, mille täpsed kontsentratsioonid selguvad korrastamistööde ajal tuleb töötajate tervise kaitseks kasutusele võtta ettevaatusabinõud. Kuna mõju töötajate tervisele sõltub otseselt reaalsetest saasteainete kontsentratsioonidest, tuleb aherainemäe avamisega (aherainemäe peal liikuvad ehitusmasinad) seotud ehitusmasinate juhtimiskabiinid varustada tööde ajaks vastavate portatiivsete gaasianalüsaatoriga (H_2S ja SO_2 puhul) ning tagada juhi informeeritus analüsaatori näitude ja vastavate normide osas. Piirnormide ületamise korral tuleb tegevus peatada kuni saasteainete kontsentratsioonide töökeskkonna piirnormide saavutamiseni (hajumine).

Kuigi käesoleva KMH käigus läbiviidud õhusaaste modelleerimine näitas, et praeguse olukorra jätkumisel võib halbade ilmastikuolude korral välisõhus esineda divesiniksulfiidi kontsentratsioonide piirväärtuste ületamisi Kukruse linnaosa majapidamiste juures on siiski ka maksimaalsed modelleeritud kontsentratsioonid (*ca* 21 µg/m^3) sadades kordades väiksemad töökeskkonnas lubatud piirnormidest. Kuigi aherainemäe avamisega korrastamistööde käigus võib eeldada saasteainete kontsentratsioonide suurenemist ei ole tõenäoline, et vastavad kontsentratsioonid välisõhus Kukruse linnaosa majapidamiste juures hakkaksid ületama töökeskkonna piirnorme, küll aga võib esineda *välisõhu kaitse seaduse* § 9 alusel määratud saastatuse taseme piirväärtuse (H_2S) ületamisi. Samas on viimati nimetatud piirväärtused mõeldud rakendamiseks eelkõige pikaajalise mõju puhul. Lisaks on väga tõenäoline, et korrastamistööde käigus levib piirkonnas ebameeldiv lõhn.

Soojusreostuse all mõistetakse üldiselt tootmisprotsessides vabaneva ja taaskasutust mitteleidva heitsoojuse juhtimist keskkonda sellisel määral, et see võib ohustada keskkonnaseisundit või häirida ökosüsteeme. Seejuures on üldjuhul tegemist veekeskkonda juhitava soojusega. Käesoleval juhul toimuvad peamised soojust eraldavad protsessid aherainemäe sees, samas aherainemäe pindmised kihid toimivad küllaltki heade soojusisolaatoritena. IPT Projektijuhtimine OÜ (2015) töö raames mõõdeti (04.12.2014 ja 11.12.2014) aherainemäe maapinna temperatuure ja temperatuure aherainemäe sisemuses *ca* 1 m sügavusel (lisa 3). Sõltuvalt mõõtmispunktide asukohast jäi aherainemäe maapinna temperatuur vahemikku 1,9 - 27,6°C (keskmine 4,5°C) ning maapinnast *ca* 1 m sügavusel aherainemäe sisemuses vahemikku 2,5 - 69,8°C (keskmine 14,1°C). Seejuures on maapinna kõrgemad temperatuurid seotud kohtadega, kus mäe seest eralduvad kuumad gaasid. Mõõtmispäevade õhutemperatuur Jõhvi meteoroloogiajaama andmetel oli vastavalt 3°C (04.12.2014) ja -0,5°C (11.04.2014). Arvestades eelnevat ja asjaolu, et valdavas osas mõõtmispunktides jäi aherainemäe maapinna temperatuur alla 4°C, siis võib võimalikku soojusest tingitud mõju pidada lokaalseks ja välisõhukvaliteedi mõjutuste osas väheoluliseks.

Alternatiiv I

Variant 1

Välisõhukvaliteedi mõjutused on antud ariandi elluviimisel lühiajalised ehk korrastamistööde aegsed. Seejuures tuleb tagada korrastustöödel otseselt aherainemäe avamisega tegelevate töötajate tervise ohutus, rakendades vastavat leevendavat meedet. Antud variandi puhul on materjali transportimisega kaasnev õhusaaste võrreldavatest alternatiividest suurim. Kokkuvõtvalt kaasneb lühiajaliselt mõõdukas negatiivne mõju.

Pärast aherainemäe teisaldamist paraneb piirkonna välisõhukvaliteet võrreldes praeguse olukorraga. Seega kaasneb pikaajaliselt oluline positiivne mõju ja seda eelkõige lähtuvalt Kukruse linnaosa ja Kukruse küla lähedusest.

Leevendav meede:

- Aherainemäe avamisega (aherainemäe peal liikuvad ehitusmasinad) seotud ehitusmasinate juhtimiskabiinid tuleb varustada tööde ajaks vastavate portatiivsete gaasianalüsaatoriga (H_2S ja SO_2 puhul) ning tagada juhi informeeritus analüsaatori näitude ja vastavate normide osas. Töökeskkonna piirnormide ületamise korral tuleb tegevus peatada kuni saasteainete kontsentratsioonide töökeskkonna piirnormide saavutamiseni (hajumine).

Variant 2

Lühiajalised mõjud on sarnased variant 1 vastavate mõjudega. Seejuures on tulenevalt transporditavate materjalide väiksemast kogusest lühiajalised mõjud väiksemad (nõrk negatiivne mõju). Vajalik on rakendada leevendavat meedet.

Antud variandi korral toimub põlemata/utmata aheraine ja juba saastunud materjali äravedu, mistõttu on välistatud edasised põlemis- või utmisprotsessid aherainemäe sisemuses. Lisaks langevad eelduslikult korrastamistööde käigus temperatuurid aherainemäe sisemuses. Seega kaasneb variandi elluviimisel pikaajalises skaalas aherainemäega seotud õhusaaste probleemi likvideerimine ja seeläbi sarnaselt variant 1-ga oluline positiivne mõju.

Leevendav meede:

- Aherainemäe avamisega (aherainemäe peal liikuvad ehitusmasinad) seotud ehitusmasinate juhtimiskabiinid tuleb varustada tööde ajaks vastavate portatiivsete gaasianalüsaatoriga (H_2S ja SO_2 puhul) ning tagada juhi informeeritus analüsaatori näitude ja vastavate normide osas. Töökeskkonna piirnormide ületamise korral tuleb tegevus peatada kuni saasteainete kontsentratsioonide töökeskkonna piirnormide saavutamiseni (hajumine).

Variant 3

Lühiajalised mõjud on sarnased variant 2-ga. Vajalik on rakendada leevendavat meedet. Seejuures on antud variandi puhul materjali transportimisega kaasnev õhusaaste võrreldavatest alternatiividest väikseim.

Variant 2 ja 3

Mõlema variandi pikaajalised mõjud on sarnased. Aherainemäe uude asukohta ümbertõstmisega aherainemäe sees olev materjal jahutatakse ja utmisprotsessid lõpevad. Aherainemäe süttimist uues asukohas takistab aherainemäe sisemusse õhu juurdevoolu peatamine (aherainemäe põhja all vajalik õhutihe aluskiht, kuna paikneb endise kaevanduse maa-alal ja aherainemäe peal vee- ja õhutihe kate) ning materjali tihendamine ladestamisel. Kirjanduses on viiteid, et õhutiheda aluskihi saamiseks võib kasutada materjali, mille filtratsioonimoodul on 3 x 10^{-6} m/s (Wels *et al*, 2003). Nimetatud filtratsioonimooduliga aluskihi rajamiseks on võimalik kasutada ka aherainemäes olevat mittereostunud karbonaatset materjali. IPT Projektijuhtimine OÜ poolt laboris teostatud Kukruse aherainemäe karbonaatse materjali proctorkatsete tulemused näitasid, et aherainemäe karbonaatse materjali filtratsioonikoefitsiendid jäävad vahemikku 5 x 10^{-8} m/s kuni 7 x 10^{-7} m/s (lisa 3). Variant 2 ja 3 puhul võib osutuda tehniliselt keeruliseks õhukindla aluspõhja rajamine olemasolevast ladestusalast põhjasuunda jääva asukoha alternatiivi korral, kuna uus ja vana ladestusala kattuksid osaliselt. Seetõttu on samaaegselt vanast ladestust materjali eemaldamine ja uue ladestu aluspõhja rajamine keeruline. Uut ladestut on võimalik rajada ka vanast ladestust eraldi, kuid sellisel juhul pikeneb transporditeekond. Mistõttu pole Nisu ja Rukki kinnistute

kasutamine eelistatud asukoha variandiks ja see variant tasub põhjalikumat kaalumist juhul, kui ei ole võimalik soetada Põllumäe kinnistut.

Lisaks õhu juurdevoolu pidurdamisele aherainemäe alla õhutiheda kihi paigaldamisel ja aherainemäe veetihedalt katmisel (veetihe kate on ühtlasi ka õhutihe) hoitakse selviisil ära ka aherainemäes leiduvate materjalide kuumenemine eksotermiliste protsesside tõttu. Üheks võimalikuks eksotermiliseks aherainemäe sisemuse kuumenemise protsessiks saab olla püriidi oksüdeerumine (nii lubjakivi kui ka põlevkivi sisaldavad mõningal määral püriiti - FeS_2). Püriit vajab intensiivseks oksüdeerumiseks üheaegselt hapnikku ja vett (hapniku võib protsess kätte saada ka vees lahustunud hapnikust). Kui peatatakse hapniku ja vee juurdepääs aherainemäe sisemusele, hoitakse ära ka püriidi oksüdeerumine ja seeläbi aherainemäe sees materjali kuumenemine, mis võiks käivitada uuesti aherainemäe sisesed utmisprotsessid. Lisaks on eelduslikult praeguseks enamik püriidist oksüdeerunud ja püriidi oksüdeerumise kaudu aherainemäe iseeneslik kuumenemine vähetõenäoline.

Teoreetiliselt võivad aherainemäe sisest materjali kuumenemist mõjutada ka muud eksotermilised protsessid peale püriidi oksüdatsiooni. Kuumenemine tekib juhul, kui energia tootmine ületab selle tarbimise ja ärakande. Võimalikud on järgmised energiaallikad (Harzia, 2007):

- keemilised reaktsioonid poolkoksi anorgaanilises osas – näiteks hüdratiseerumise ja kristallisatsiooni käigus vabanev energia;
- keemilised eksotermaalsed muutused poolkoksi orgaanilises osas, mis ei nõua hapniku juuresolekut (anaeroobsed protsessid).

Hüdratiseerumiseks ja väävliühendite väljaleostumiseks on vaja vett, mille juurdepääs aherainemäe sisemusse hoitakse variant 3 korral ära veetiheda katte rajamisega. Poolkoksi orgaanilise osa eksotermaalseteks muutusteks on vajalik piisavalt kõrge temperatuuri olemasolu, see eeldab hapniku juurdevoolu konvektsiooni teel, mis on ärahoitav aherainemäe õhutiheda aluspõhja ja vee- ning õhutiheda kattekihi rajamisega.

Seega kokkuvõtvalt aherainemäe ümbertõstmisega aherainemäest endast tulenevad õhusaaste probleemid eelduslikult likvideeritakse ning pikaajalised mõjud on mõlema variandi puhul positiivsed (oluline positiivne mõju).

Leevendav meede:

- Aherainemäe avamisega (aherainemäe peal liikuvad ehitusmasinad) seotud ehitusmasinate juhtimiskabiinid tuleb varustada tööde ajaks vastavate portatiivsete gaasianalüsaatoriga (H_2S ja SO_2 puhul) ning tagada juhi informeeritus analüsaatori näitude ja vastavate normide osas. Töökeskkonna piirnormide ületamise korral tuleb tegevus peatada kuni saasteainete kontsentratsioonide töökeskkonna piirnormide saavutamiseni (hajumine).

Alternatiiv II

Alternatiiv II elluviimine eeldab enne aherainemäe katmist selle nõlvade kujundamist ning väiksemas mahus reostunud pinnase eemaldamist. Nimetatud tegevustega tuleb teatud määral tegeleda aherainemäe avamisega. Seetõttu on lühiajalised mõjud sarnased eelkirjeldatud alternatiiv I variantidega. Seejuures tuleb samuti rakendada leevendavat meedet.

Aherainemäe katmisel ja maa-alt õhu juurdevoolu takistamisel tagatakse, et aherainemägi edaspidi ise ei süttiks, samas toimuvad edasi aherainemäe sees juba olemasolevate

kuumenemiskollete ümbruses utmise ja jahtumise protsessid ning ka gaaside teke. Samuti pole 100 %-liselt võimalik aherainemäe ümber vaiseina rajamisega garanteerida täielikku õhu juurdevoolu pidurdamist olemasoleva aherainemäe põhja alt, mille tõttu võivad aherainemäe sisemuses areneda ka uued kuumenemiskolded näiteks eksotermiliste protsesside tõttu või toimuda mõne kuumenemiskolde läheduses materjali süttimine täna õhuhapniku juurdevoolule. Seega on alternatiivi II korral vajalik mäele gaasikogumiskihi rajamine ja gaaside väljutamine aherainemäest. Kuna ei saa kindel olla, et gaaside aherainemäest lihtsalt väljutamisel ei ületata piirkonnas H_2S või mõne muu saasteaine piiväärtust, siis on aherainemäge kattes vajalik põhjalikuma gaasikogumissüsteemi rajamine ja tõrvikpõleti (heitgaaside põletamiseks) paigaldamine.

Erinevatel temperatuuridel toimuvate utmisprotsesside käigus paisatakse välisõhku H_2S, CO_2, C_nH_m, CO, H_2 ja CH_4. Nendest gaasidest on põlevad gaasid H_2S, C_nH_m (ehk lenduvad orgaanilised ühendid) CH_4 ja H_2. H_2S on ka äärmiselt korrodeeriv gaas. Viimane muudab gaasi põletile juhtimise väga keeruliseks. Kui näiteks tavalise prügila seest saab gaasi koguda ka plasttorude abil, siis Kukruse aherainemäel on see tulenevalt gaaside kõrgest temperatuurist riskantne. Seega võib gaasi kogumiseks nii mäe sees kui ka põletile juhtimiseks olla vajalik kasutada metalltorusid (ka põleti ise on metallist), mida omakorda võib hakata rikkuma H_2S poolt soodustatav korrosioon. Võimalik on ka enne gaasi põletile suunamist biofiltri paigaldamine, et seadmeid H_2Si korrodeerivast toimest säästa (kogumissüsteemi torusid see ei säästaks). Samas võib biofilter vähendada ka LOÜ-sid ning seetõttu väheneda ka gaasis põleva aine kogus (tõrvikus pole enam midagi põletada). Seega eelnevaid asjaolusid arvestades on gaasikogumissüsteemi ja põleti rajamine antud olukorras keerukas ning majanduslikult kallis, lisaks on sellise gaasikäitlussüsteemi efektiivne toimimine raskesti ennustatav.

Aherainemäe sees jätkuvad utmisprotsessid ja säilib oht süttimiseks. Seega ei saa välistada pikas perspektiivis aherainemäe vajumisi ning seeläbi ka võimalikke kattekihi ja gaasikogumissüsteemi kahjustusi. Lisaks võib läbi uute tekkivate lõhede hakata gaase välisõhku emiteeruma, millega omakorda kaasneb negatiivne mõju välisõhule. Võimalik aherainemäe süttimine võib rikkuda kogu gaasikäitlussüsteemi. Kokkuvõtvalt võib üldiselt eeldada ka alternatiiv II puhul pikaajalist positiivset mõju piirkonna välisõhukvaliteedile, kuid tulenevalt võimalikest riskidest, mis kaasnevad seoses protsesside jätkumisega aherainemäe sisemuses on mõju alternatiiv I variantide juures toodust väiksem (nõrk positiivne mõju).

Leevendav meede:

- Aherainemäe avamisega (aherainemäe peal liikuvad ehitusmasinad) seotud ehitusmasinate juhtimiskabiinid tuleb varustada tööde ajaks vastavate portatiivsete gaasianalüsaatoriga (H_2S ja SO_2 puhul) ning tagada juhi informeeritus analüsaatori näitude ja vastavate normide osas. Töökeskkonna piirnormide ületamise korral tuleb tegevus peatada kuni saasteainete kontsentratsioonide töökeskkonna piirnormide saavutamiseni (hajumine).

Null-alternatiiv

Käesolevas töös teostatud õhusaaste modelleerimised näitasid, et piirkonnas (sh Kukruse linnaosa majapidamiste juures) võib esineda aherainemäest lähtuva H_2S piirväärtuste ületamisi. Lisaks on aherainemäe otsas maapinnalähedases kihis esinevad saasteainete kontsentratsioonid otseselt ohtlikud inimeste tervisele. Arvestades eelnevat ja asjaolu, et aherainemägi on oluline piirkonna turismiobjekt kaasneb olemasoleva olukorra jätkumisega nii lühi- kui ka pikaajaline oluline negatiivne mõju.

Kokkuvõtvalt on välisõhukvaliteedist lähtuvalt eelistatud alternatiiv I variandid 2 ja 3.

4.7 Mõju maakasutusele

Maakasutuse temaatika on samuti osaliselt seotud kultuuripärandiga, kuid siinkohal keskendutakse eelkõige maakasutuse efektiivsuse analüüsile. Käesoleval hetkel on Kukruse aherainemäe alune maa määratletud kui jäätmehoidla maa ning ümbritsevad alad kui maatulundusmaad. Kohtla valla üldplaneeringu (2012) alusel on aherainemägi ja selle lähiümbrus tsoneeritud kaubandus-, teenindus- ja büroohoonete maana. Seejuures on Kukruse mägi määratud ilusa vaatega kohaks. Seega on üldplaneeringuga pikaajalises perspektiivis seatud eesmärgiks praegusega võrreldes n.ö aktiivsema maakasutuse arendamine. Käesoleval hetkel on Kukruse aherainemäes toimuvad protsessid viinud olukorrani, kus nii aherainemäe peal kui ka *ca* 1,4 km raadiuses võib esineda halbadel hajumistingimustel välisõhus divesiniksulfiidi kontsentratsioonide piirväärtuste ületamisi. Lisaks võimalikule terviseriskile kaasneb divesiniksulfiidiga ka ebameeldiv lõhn, mis aga vähendab senise olukorra jätkumisel üldplaneeringuga kavandatud maakasutuse elluviimise tõenäosust. Seega on ka piirkonna perspektiivse arendamise ja efektiivse maakasutuse seisukohast oluline Kukruse aherainemäe korrastamine ja keskkonnaohutuks muutmine.

Kõigi korrastamisega seotud alternatiivide korral on vajalik korrastamistööde aegse täiendava maa-ala (vaheladestusplatsid, välikontori ja parklaalad jms) ehk töötsooni olemasolu. Lisaks on alternatiivide puhul, mille korral aherainemägi paigutatakse ümber praeguse asukoha lähedusse lõunasuunda, vajalik täiendav maa-ala ka aherainemäele endale. Alternatiiv I variantide 2 ja 3 korral, mil uue ladestusala asukohta nähakse ette olemasolevast hoidlast põhjapool, on kasutuselevõetava maa-ala suurus väiksem, kuna uus ladestusala hakkaks paiknema osaliselt olemasoleva ladestu asukohal. Arvestades, et praegusel kujul on tehnikaga aherainemäe otsa võimalik liikuda vaid aherainemäe lõunaküljelt, on töötsooni maa-ala minimeerimiseks otstarbekas peamine töötsoon kujundada aherainemäest lõuna-kagu suunda. Kuna Kukruse aherainemäe kinnistu paikneb vaid aherainemäe enda ümber, siis on ajutise töötsooni rajamiseks vajalik võtta täiendavat maad aherainemäge ümbritsevatelt maatulundusmaadelt (peamiselt Põllumäe kinnistult). Vastavad kokkulepped tuleb saavutada maaomanikega.

Alternatiiv I

Variant 1

Lühiajaliselt on korrastamistööde ajaks vajalik täiendava maa-ala kasutusele võtmine seoses ajutiste vaheladestusplatside, välikontori ja parklate jms rajamisega. Kukruse aherainemäest lõuna-kagu suunda jääv maatulundusmaa (Põllumäe kinnistu; kat nr. 32002:002:0185; pindala 22,5 ha) on varasematel aastatel olnud kasutusel viljapõlluna. Töötsooni kujundamisega ei ole vähemalt töötsooni piirkonnas korrastamistööde ajal võimalik vilja kasvatada. Samas on Põllumäe kinnistu näol tegemist suure põllumassiiviga, mistõttu on ka töötsooni rajamise järgselt korrastamistööde ajal eelduslikult põllumassiivi lõunaosas võimalik põllumajandusega tegeleda. Täpsed kokkulepped, sh võimalikud kompensatsioonid tuleb maaomanikuga kokku leppida edasise projekteerimise käigus. Kokkuvõttes kaasneb variant 1 elluviimisel lühiajaliselt nõrk negatiivne mõju maakasutusele.

Pikaajaliselt on pärast aherainemäe teisaldamist võimalik nii ajutine töötsooni kui ka aherainemäe alune maa-ala võtta kasutusele nii maatulundusmaa kui ka üldplaneeringuga kavandatava kaubandus-, teenindus- ja büroohoonete maana. Negatiivse asjaoluna võib välja tuua, et alternatiivi rakendumisel kaob piirkonnast turiste meelitav vaatekoht, mis võib teatud määral mõjutada ka üldplaneeringu kohase maakasutuse realiseerumist (aherainemäe

olemasolu võis olla ka üheks põhjuseks, miks ÜP vastav maakasutus määrati). Seega kaasneb pikaajaliselt nõrk positiivne mõju maakasutusele.

Variant 2 ja 3

Antud variantide korral on töötsooniga hõlmatav maa-ala võrreldes teiste korrastamise alternatiividega suurim. Arvestades ka asjaolu, et aherainemägi rajatakse uude asukohta Põllumäe kinnistul, siis on senise maakasutuse (põllumaa) muutused osaliselt (aherainemäe alusel maa-alal) püsiva iseloomuga. Seega toimub mainitud variantide korral põllumassiivi tükeldamine, mis vähendab põllumassiivi väärtust. Teisalt ei kaasne Põllumäe kinnistu lõunaosas takistusi põllu pidamiseks. Teine võimalus on uus ladestu tekitada olemasolevast jäätmehoidlast põhjapoole Nisu kinnistule, kaastes vajadusel ka Rukki kinnistut (kat nr 32002:002:0162). Uus ladestu paikneks sel juhul osaliselt Nisu kinnistul (ja Rukki kinnistul) ja osaliselt vana ladestu asukohal (pikema transporditeekonna korral võimalik rajada ka vanast ladestust eraldi). Ka Nisu ja Rukki kinnistud on seni olnud kasutuses põllumaana, ent selle asukoha eeliseks on kinnistute (nii Vulkaani kui ka Nisu ning Rukki kinnistu) kuulumine riigi omandisse. Eelnevat arvestades kaasneb variantide 2 ja 3 elluviimisel lühiajaliselt mõõdukas negatiivne mõju maakasutusele.

Kui pikaajalises skaalas lähtuda üldplaneeringuga kavandatavast maakasutusest, siis võib aherainemäe säilitamist, keskkonnaohutuks muutmist ning asukoha muutumist lugeda positiivseteks mõjudeks. Asukoha muutus on positiivne eelkõige seetõttu, et aherainemäe paiknemine uues asukohas loob paremad eeldused võrreldes praegusega maanteede vahelisele alale üldplaneeringuga kavandatud kaubandus-, teenindus- ja büroohoonete maa terviklikumaks arendamiseks. Samuti on võimalik alade arendamisel kasutada ära korrastatud aherainemäe turismipotentsiaali. Seega kaasneb mõlema variandi elluviimisel oluline pikaajaline positiivne mõju.

Alternatiiv II

Lühiajalised mõjud on võrreldavad alternatiiv I variandiga 1 ehk ka alternatiiv II elluviimisel kaasneb lühiajaliselt nõrk negatiivne mõju maakasutusele.

Pikaajaliselt on mõjud võrreldavad alternatiiv I variantidega 1 ja 2. Samas on mõju olulisus väiksem ja seda tulenevalt aherainemäe paiknemisest maanteede vahelise ala keskel. Viimane võib seada teatud takistusi mainitud ala terviklikuks arendamiseks. Lisaks on oluline, et alternatiiv II elluviimisel ei ole võimalik täielikult välistada õhusaastega kaasnevaid riske, mis võivad vähendada üldplaneeringu kohase maakasutuse realiseerumise tõenäosust. Seega kaasneb alternatiiv II elluviimisel pikaajaliselt vähene positiivne mõju.

Null-alternatiiv

Olemasoleva olukorra jätkumisel säilib piirkonna senine maakasutus. Samas pikaajalises skaalas on üldplaneeringuga kavandatud maakasutuse realiseerumine kaheldav, kuna aherainemäes toimuvate protsesside tõttu ei ole piirkonna välisõhus tagatud saasteinete normatiivne tase. Lisaks võib halbade ilmastikuolude korral esineda piirkonnas ebameeldivat lõhna. Eelnevaid asjaolusid arvestades ei ole lubatav ka turistide aherainemäe otsas viibimine. Samuti ei ole pikaajalises skaalas välistatud suurõnnetuse oht, mis kaasneks aherainemäes toimuvate protsesside intensiivistumisel ja nt aherainemäe põlema süttimisel.

Seega kaasneb olemasoleva olukorra jätkumisel oluline pikaajaline negatiivne mõju maakasutusele. Lühiajalise mõju olulisus on mõnevõrra väiksem (nõrk negatiivne mõju), kuna

turistide viibimine aherainemäel on küll ohtlik ja keelatud, kuid teisalt on ümbritsevatel aladel siiski võimalik jätkuvalt tegeleda põllumajandusega.

Kokkuvõtvalt on maakasutuse seisukohast eelistatumad lahendused alternatiiv I variandid 2 ja 3.

4.8 Mõju elustikule ja ökosüsteemidele

Alternatiiv I

Kaitsealustele liikidele, Natura aladele ega kaitsealadele mõju ette näha ei ole, kuna lähiümbruses neid ei esine.

Alternatiiv I variant 1 puhul, mil mägi terves ulatuses antud asukohast ära teisaldatakse, haljastatakse endine aherainepuistangu *ca* 4,85 ha suurune ala ning olulist mõju elustikule ja ökosüsteemidele see tegevus kaasa ei too. Variant 2 ja 3 puhul võetakse uue ladestusala tarvis kasutusele *ca* 5 ha suurune maa-ala olemasolevast puistangust kagusuunal, kus olemasolev taimkatte hävineb. Teine võimalus on uus ladestu tekitada olemasolevast jäätmehoidlast põhjapoole, paiknedes osaliselt Nisu kinnistul, kaastes vajadusel ka Rukki kinnistut ja osaliselt vana ladestu asukohal (pikema transporditeekonna korral võimalik rajada ka vanast ladestust eraldi). Seejuures on uue maa-ala kasutuselevõtt väiksem ning hävineva taimkatte pindala samuti väiksem (sõltuvalt sellest, kui suures osas vana ladestu alaga uus ladestu kattuks). Uus ladestusala kaetakse kasvukihiga ning see haljastatakse, samuti haljastatakse vana mäe asukoht. Mõningal määral võib mäe ümber paikneva taimestiku kasvutingimusi mõjutada mäepinnalt allavalguva sademevee juhtimine haljasaladele, tõenäoliselt antud põuatundlikus piirkonnas taimestiku kasvutingmused seeläbi paranevad. Ehitusperioodil, mil vaheladustusplatsi ja mäe ümber kogutakse reostunud sademevesi kokku, pole olemasolevale taimkattele olulist keskkonnamõju ette näha, kuna sademevee kogumissüsteem on kinnine.

Kokkuvõttes kaasneb variant 1 realiseerumisel elustikule ja ökosüsteemidele lühiajaline väheoluline negatiivne mõju ning pikaajaline väheoluline positiivne mõju. Variant 2 ja 3 puhul on kaasnevad mõjud lühiajalises plaanis nõrgalt negatiivsed ning pikaajalises perspektiivis nõrgalt positiivsed.

Alternatiiv II

Kukruse aherainemäes olev materjal paigutatakse ümber nii, et saavutatakse mäe nõlvus 1:3. Ümberpaigutustööde käigus hävineb olemasolev taimestik. Sarnaselt alternatiiv I-le kaetakse mägi vettpidava kihiga ning haljastatakse, erinevus seisneb vaid taimkatte kasvutingimuste erinevuses. Kuna mägi endiselt seest poolt kuumeneb, mõjutab mäe seest tulev soojus ka pindmist kasvukihti. Mõningal määral alaneb pinnatemperatuur mäe katmise ning tekkivate gaaside kokkukogumise läbi, mis kokkuvõttes parandab mõnevõrra ka taimestiku kasvutingimusi, võrreldes praeguse olukorraga. Taimkate sarnaneb olemasolevale olukorrale, kus liigse soojuse tõttu saab mäenõlvadel kasvada vaid hõre madal taimestik. Paranevad ka kasvutingimused mäe jalamil asuvale haljasala taimestikule juhitava sademevee tõttu.

Kokkuvõttes, võrreldes olemasoleva olukorraga taimestiku kasvutingimused mõningal määral paranevad, mistõttu on lühiajaline mõju alternatiiv II raames nõrgalt negatiivne ning pikaajaline mõju väheoluline positiivne.

Alternatiiv I ja II puhul suureneb korrastustööde teostamise käigus ajutiselt piirkonna mürafoon ja tolmusisaldus õhus, mis võib häirida lähedal elutsevaid loomi, linde ning mõjutada lähialal

kasvavate taimede kasvutingimusi. Samas ei paikne lähiümbruses väärtuslikke metsi ega kaitsealuste liikide elupaiku, mistõttu võib mõju ajutise müra ja tolmu häiringu osas lugeda ebaoluliseks. Mäe tippu minemiseks rajatakse mäe loodeküljele jalakäijate tee ning tippu vaateplatvorm, mis mõju taimestikule tallumise osas oluliselt vähendab.

Null-alternatiiv
Aherainemäele on istutatud puid ning ala on kaetud hõreda taimestikuga. Mäe pinnale on naftaaurude kondenseerumisel tekkinud õlilaigud (joonis 2.3), millel on hävinud ka senine taimestik. Olemasoleva olukorra jätkudes võivad naftasaadustega reostunud pinnakihtide laigud suureneda ja taimestik mäel veelgi väheneda. Taimestiku hävinemist soodustavad ka mäe sees paiknevatest lõhedest väljuv kuum saastunud aur. Taimestiku vähesuse tõttu kasutatakse vegetatsiooniperioodil taimede poolt ära vaid osa sademeveest ning valdav osa sademevee saab infiltreeruda mäe kehandisse.

Olemasolevat hõredat taimestikku vähendab ka inimeste poolt pinnase tallumine üles mäkke minnes. Kuigi Kukruse mäkke ronimine on tulenevalt tervisele ohtlikust õhusaastest keelatud, seal siiski endiselt käiakse.

Kokkuvõttes toob 0-alternatiivi jätkumine kaasa lühiajalises plaanis väheolulist negatiivset ja pikaajalises skaalas nõrgalt negatiivset keskkonnamõju.

<u>Elustikule ning ökosüsteemidele avalduva keskkonnamõju osas on eelistatumad lahendused alternatiiv I variandid 2 ja 3.</u>

4.9 Mõju loodusvarade (sh maavarade) kasutamise otstarbekusele ja vastavus säästva arengu põhimõtetele, korrastamise tehnilised küsimused (sh jäätmeteke)

Käesolevas KMH-s teostatud mõjude analüüs (peatükk 4) näitas, et olemasoleva olukorra (null-alternatiiv) jätkumine ei ole aktsepteeritav (aherainemäest emiteeruvad ohtlikud gaasid, põhjaveereostus jms). Seega tuleb leida lahendus tekkinud olukorra stabiliseerimiseks ja parendamiseks ehk tegeleda aherainemäe korrastamisega. Kõikide korrastamisega seotud alternatiivsete lahendite (siin ja edaspidi käesolevas peatükis on mõeldud alternatiive I (sh variandid) ja II) elluviimine nõuab vähemal või rohkemal määral loodusvarade (sh maavarade) kasutamist. Laias plaanis võib käesolevas peatükis mõjusid käsitleda kahest vaatenurgast: 1) kas korrastamise käigus on võimalik aherainemäes sisalduvatest materjalidest midagi kasutusele võtta ning 2) milliseid ressursse tuleb kasutada aherainemäe korrastamisel.

4.9.1 Aherainemäes sisalduvate materjalide kasutamine

Vastavalt IPT Projektijuhtmine OÜ (2015) tööle saab aherainemäes esinevad materjalid üldistades jagada nelja järgmisesse tsooni:
I tsoon – täide ja peamiselt lubjakivist koosnev aheraine mäe jalami osas;
II tsoon – karbonaatne põlenud-oksüdeerunud materjal;
III tsoon – utmisjääk;
IV tsoon – põlemata aheraine (peenpõlevkivi);
V tsoon – pindmine mullane täitekiht ehk kasvukiht.

Viimastel aastatel on hakatud praktiseerima varasemalt rajatud aherainemägede n.ö lahtikaevamist ja aherainest killustiku tootmist (nt Sompas, Ahtmes, Edisel). Kukruse aherainemäe osas muudavad aheraine taaskasutamise keeruliseks mitmed asjaolud. Peamine takistus on seotud aherainemäes toimuvate protsessidega, mille tulemusena on eelnimetatud tsoonides esinev materjal rohkemal või vähemalt määral reostunud erinevate saasteainetega (sh naftaproduktid jms). Eelduslikult esineb aherainemäes ka puhast materjali, kuid selle paiknemine ei ole ühtlane. Seejuures on oluline, et aherainemäe süttimise vältimiseks tuleb aherainemäge avada kihiti koormisega (ei ole võimalik hakata lihtsalt ühest nurgast kaevama), mistõttu seguneb kihtide eemaldamisega reostunud pinnas ka puhta materjaliga. Lisaks on oluline, et Kukruse aherainemäes sisalduv aheraine võib sisaldada kuni 30 % ulatuses põlevkivi. Seega on valdavas mahus välistatud aherainest teedeehituse ja betoonides kasutatava killustiku nõuetele vastava killustiku tootmine. Küll aga võib väiksemas mahus osutuda võimalikuks aherainemäes oleva karbonaatse ja mittereostunud materjali (peamiselt aherainemäe jalamil) kasutamine nende korrastamise variantide korral, kus on vajalik aherainemäe katmine (kasvukiht: karbonaatne materjal koos töödeldud reoveesettega) või aherainemäe ümbertõstmisel õhukindla aluskihi rajamisel.

Teoreetiliselt on võimalik aherainemäes esinevat põlemata aherainet (peenpõlevkivi; tsoon IV) kasutada kütusena. Samas on peenpõlevkivi eelduslikult vähemalt osaliselt reostunud või paikneb reostunud materjaliga kihtide läheduses ning aherainemäe koorimisel seguneb peenpõlevkivi eelduslikult reostunud pinnasega. Lisaks on oluline, et nt Eesti Energia soojuselektrijaam ei tohi põletamiseks vastu võtta jäätme staatuses olevast aherainest väljasõelutud peenpõlevkivi. Seega muutub reaalselt aherainemäes esineva peenpõlevkivi kasutusele võtmine küsitavaks ja seda ka transpordi kulukust silmas pidades.

Kokkuvõtvalt teeb aherainemäes olevate materjalide kasutusele võtmise keeruliseks materjali kihtide ebaühtlane jaotumine ning reostunud materjali olemasolu. Teoreetiliselt oleks võimalik aherainemäe avamise käigus hinnata kooritavates kihtides sisalduvate materjalide olukorda ja kasutuskõlblikust, kuid tegevus eeldaks pideva professionaalse järelevalve olemasolu. Samas ei suuda ka professionaalne järelevalve ilma reaalseid proove võtmata määrata lõplikult materjali reostumise taset. Raskendavaks asjaoluks on ka kihiti koorimine ja seeläbi materjali segunemine.

4.9.2 Ressursside tarbimine aherainemäe korrastamisel

Sõltumata aherainemäe korrastamiseks valitavast alternatiivist kaasneb korrastamistöödega fossiilsete kütuste kasutamine ja seda eelkõige materjalide transpordiga seoses. Samuti toimub fossiilsete kütuste tarbimine ehitusmasinatega töötamisel töötsoonis. Siinjuures esinevad alternatiivide erinevused peamiselt just lahenduse keerukusest või materjalide transportimise kaugusest.

Kõikide aherainemäe korrastamise alternatiivide elluviimisel kaasneb täiendavate materjalide (sh loodusvarade) kasutamine ja seda tulenevalt eelkõige nõuetekohase katmise vajadusest (v. a alternatiiv I variant 1). Vajalike materjalide nimistu ja kogused erinevad alternatiivide lõikes märgatavalt. Täpsemalt käsitletud allpool alternatiivide lõikes. Lisaks on kõigi korrastamise alternatiivide puhul (sh alternatiiv I variant 1) vajalik kasutada täiendavaid ressursse ka ajutiste vaheladestusplatside rajamiseks. Arvestuslikud materjalikogused erinevate alternatiivide lõikes on leitavad lisas 4 (Infragate Eesti AS poolt 2015. a poolt koostatud Kukruse A-kategooria jäätmehoidla korrastamiseks ettevalmistava projekti koostamise teostatavusuuring).

Säästva arengu ja loodusvarade kasutamise osas võib positiivseks pidada asjaolu, et korrastamise alternatiivide väljatöötamisel on püütud lähtuda printsiibist, et materjalide transport (kas aherainemäe materjalide äravedu või korrastamiseks vajalike materjalide toomine) toimuks võimalikult lähipiirkonnas. Nii on võimalik vähendada eelkõige transpordile kuluvate fossiilsete kütuste tarbimist. Lisaks saab positiivseks lugeda asjaolu, et aherainemäe katmiseks vajaliku kasvupinnase saamiseks segatakse aherainemäe seest saadavat karbonaatset materjali OÜ Järve Biopuhastus reoveepuhastist saadava stabiliseeritud reoveesettega. Reoveesette kasutamine maavara kaevandamisega rikutud maa-ala või mõnel teisel viisil rikutud maa-ala korrastamiseks või taaskasutamiseks ettevalmistamisel või prügilate katmiseks on lubatud keskkonnaministri 30.12.2002 määrusega nr 78 *Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded.* Seejuures peab reoveesete olema eelnevalt töödeldud ehk stabiliseeritud.

Korrastamistööde aegset olmejäätmete teket töötsoonis võib pidada ebaoluliseks, kuna n.ö välikontoris tekkivad olmejäätmete kogused on minimaalsed ning antakse üle vastavat luba omavale jäätmekäitlejale. Lisaks on oluline, et korrastamistööd on suhteliselt võttes lühiaegsed.

Alternatiiv I

Variant 1

Käsitletavatest korrastamise alternatiividest kaasneb variant 1 elluviimisel kõige enam fossiilsete kütuste tarbimist seoses materjali äraveoga. Täiendavate ressursside kasutamine on seotud vaheladestusplatside rajamiseks kuluva materjali kasutamisega. Seega kaasneb lühiajaliselt mõõdukas negatiivne mõju.

Positiivne mõju kaasneb asjaoluga, et Kukruse aherainemägi kui keskkonnareostusobjekt viiakse nõuete kohaselt rajatud ohtlike jäätmete prügilasse. Sellise tegevusega lokaliseeritakse keskkonnareostusega seotud objektid ning välistatakse jätkuva keskkonnareostuse teke Kukruse piirkonnas. Pikaajaline mõju on mõõdukalt positiivne. Positiivse mõju olulisust võrreldes teiste korrastamise alternatiividega vähendab asjaolu, et antud variandi elluviimisel kulutatakse aherainemäe teisaldamiseks oluliselt rohkem fossiilseid kütuseid.

Variant 2

Materjalide transpordiga seotud fossiilsete kütuste tarbimine on antud variandi puhul väiksem kui variant 1 korral, kuid teiste korrastamise alternatiividega võrreldes suurem. Täiendav ressursikasutus kaasneb aherainemäele kasvupinnasekihi rajamisega. Samas kasutatakse selleks eelduslikult aherainemäes olevat mittereostunud karbonaatset materjali ja Kohtla-Järve reoveepuhastist pärinevat töödeldud reoveesetet. Mõlema nimetaud ressursi kasutust võib pidada taaskasutuseks ja lugeda seetõttu positiivseks mõjuks. Seega lühiajaliselt kaasneb nõrk negatiivne mõju ja seda eelkõige lähtuvalt materjalide transportimise vajadusest. Pikaajaliselt kaasneb variandiga oluline positiivne mõju ja seda eelkõige lähtuvalt asjaolust, et korrastamise tulemusena likvideeritakse aherainemäe keskkonnaohtlikkus.

Variant 3

Käsitletavatest korrastamise alternatiividest kaasneb variant 3 elluviimisel kõige väiksem fossiilsete kütuste tarbimine seoses materjali transpordiga. Teisalt on aherainemäe keskkonnaohutuks muutmiseks vajalik täiendavate ressursside kasutamine. Osa vajaliku katte ja aluspõhja rajamiseks kasutatavatest materjalidest on võimalik saada aherainemäest mittereostunud materjalist, mida võib pidada taaskasutamiseks. Taaskasutuse alla läheb ka töödeldud reoveesette kasutamine kasvupinnases. Seega on täiendavaid ressursse vajalik kasutada eelkõige bentoniit- ja drenaažimati näol. Eelnevat arvestades kaasneb variant 3

elluviimisel lühiajaliselt nõrk negatiivne mõju. Pikaajaliselt kaasneb variandiga oluline positiivne mõju ja seda eelkõige lähtuvalt asjaolust, et korrastamise tulemusena likvideeritakse aherainemäe keskkonnaohtlikkus.

Alternatiiv II
Materjalide transpordiga kaasnev fossiilsete kütuste kulutamine on võrreldav alternatiiv I variandiga 2. Samas toimub alternatiiv II korral fossiilsete kütuste tarbimine töötsoonis suuremal määral (sügavate vaiade puurimine) kui teiste alternatiivsete variantide korral. Lisaks tuleb alternatiiv II korral kasutada lisaks killustikule ka täiendavat ressurssi – savi. Seega kaasneb lühiajaliselt mõõdukas negatiivne mõju. Kui alternatiiv I variantide 1-3 korral on pikaajaliselt võimalik saavutada positiivne mõju, siis alternatiiv II korral ei ole aherainemäest lähtuva põhjaveereostuse ohtu võimalik ka korrastamise järgselt likvideerida (vt ptk 4.2.1 Mõju põhjavee seisundile). Lisaks säilib võimalik õhusaaste risk (vt ptk 4.6 Mõju välisõhukvaliteedile). Seega kaasneb pikaajaliselt jätkuvalt oluline negatiivne mõju.

Null-alternatiiv
Aherainemägi püsib jätkuvalt keskkonnaohtlik, põhjustades nii õhusaastet kui põhjavee reostust. Seega kaasneb lühi- ja pikaajaliselt oluline negatiivne mõju.

Kokkuvõtvalt saab alternatiivsete lahenduste osas välja tuua, et Kukruse aherainemäes sisalduvate materjalide taaskasutuspotentsiaal on väike ja seda tulenevalt eelkõige aherainemäes toimunud ja toimuvatest protsessidest. Küll aga on eelduslikult võimalik aherainemäes olevat mittereostunud materjali vähemalt osaliselt kasutada aherainemäe korrastamistööde käigus. Lühiajalisi mõjusid silmas pidades on väikseimate mõjudega ehk eelistatumad alternatiiv I variandid 2 ja 3. Pikaajaliste mõjude osas tagatakse kõigi alternatiiv I variantidega piirkonna keskkonnaohutus. Seevastu alternatiiv II rakendumisel ei ole võimalik pikaajaliselt vältida piirkonna põhjavee reostust ja välistada õhusaaste riskide taasavaldumist. Seega koondmõjusid arvestades on eelistatum lahendus alternatiiv I variant 1.

4.10 Mõju sotsiaal-majanduslikule keskkonnale

4.10.1 Kultuuripärand (sh maastikuilme) ja avalik huvi aherainemäe osas ning mäe kasutusvõimalused pärast sulgemist

Maa-ameti kaardirakenduse (2015) alusel puuduvad aherainemäe lähiümbruses (1 km raadiuses) kultuurimälestised. Seega mõjusid kultuurimälestistele ei käsitleta.

Lühiajalised maastikuilme muutused on seotud eelkõige korrastamistöödega. Tegemist on töötsooni piirkonnas toimuvate lokaalsete muudatustega. Seejuures võib alternatiivide eristamisel aluseks võtta tööde eeldatava ajalise kestvuse. Kõige kauem kestavad korrastamistööd eelduslikult alternatiiv I variant 1 ja alternatiiv II korral, teiste korrastamise alternatiivide elluviimiseks kulub eelduslikult vähem aega. Seega on kauem kestvate korrastamistöödega alternatiividega kaasneva negatiivse mõju olulisus suurem. Pikaajalised mõjud maastikuilmele on seotud Kukruse aherainemäe kui kultuuripärandi ja turismiobjekti temaatikaga, mida on täpsemalt käsitletud allpool.

Kukruse aherainemägi on kujunenud Ida-Virumaa turismiobjektiks ja seda tulenevalt eelkõige oma soodsast asukohast ja ligipääsetavusest. Eelnevaid asjaolusid arvestades võib Kukruse aherainemäge pidada unikaalseks, kuna valdav osa teisi Ida-Virumaa „mägesid“ paiknevad

peamistest magistraalidest eemal või tööstusalade territooriumitel. Seevastu Kukruse aherainemägi paikneb vahetult Eesti ühe olulisema maantee - Tallinn-Narva maantee ääres.

Lisaks mäe otsast igasse ilmakaarde avanevale avarale vaatele on kultuurilises tähenduses tähtis ka Kukruse linnaosa lähedus. Sisuliselt oli Kukruse esimene piirkond Eestis, kus peaaegu 100 aastat tagasi alustati põlevkivi kaevandamisega. Seejuures on Kukruse aherainemäele lähimad majapidamised Kukruse linnaosas määratletud kui miljööväärtuslik hoonestusala - 1940-1950-test aastatest pärinev stalinistlikule arhitektuurile iseloomulik hoonestus. Mainitud hoonestus ja suures osas kogu Kukruse linnaosa on Kukruse aherainemäe otsast jälgitav. Alates 2007. aastast asub ka Kohtla-Järve Põlevkivimuuseum Kukruse linnaosas. Seega moodustavad Kukruse aherainemägi, Kukruse linnaosa hoonestus ja põlevkivimuuseum loogilise ja olulise terviku Ida-Virumaa kultuuripärandis. Samuti soodustab linnaosa lähedus mäe kasutamist laste poolt talvisel ajal nt kelgutamiseks (vähemalt mäe jalami jahedamatel ja laugematel nõlvadel).

Eelnevaid asjaolusid arvestades on ka Kukruse piirkond (sh Kukruse aherainemägi) arvatud Ida-Viru maakonnaplaneeringu teemaplaneeringu *Asustust ja maakasutust suunavad keskkonnatingimused* alusel Järve-Edise-Peeri väärtusliku maastiku koosseisu. Seejuures on teemaplaneeringus oluliseks peetud, et piirkonna aherainemäed kui omapärased maastikuelemendid tuleb säilitada puutumatutena (vt ptk 1.2).

Kukruse aherainemäe puhul on lisaks asukohale olulised ka mäe otsa viiva trepi olemasolu ja mäe suhteline kõrgus. Viimane tagab ühelt poolt kaugvaadete olemasolu ning teisalt on „mäe vallutamine“ suhteliselt kerge.

Lisaks eelnevale on meedias juhitud tähelepanu ka sellele, et Kukruse aherainemäe olemasolu mõjub kaudselt soodsalt ka piirkonna majandusele. Väljavõte Mait Sepa Põhjarannikus (20.02.2008) avaldatud artiklist:
„Kuigi selle (Kukruse aherainemäe) külastamise eest piletiraha ei korjata, võib iga giid vanduda, et pärast "mägironimisharjutusi" jätab turist Jõhvi või Kohtla-Järvele maha korraliku rahasumma - tühjaks läinud kõht vajab täitmist. Oleks vaid rohkem kohti, kus süüa, ja mõnigi koht, kust suveniire osta.

Vaevalt keegi neid kroone kokku on rehkendanud, kuid olen kindel, et mäe külastamisest saadav iga-aastane varjatud lisatulu ületab tublisti Kukrusele ladustatud kruusa omahinda. Sestap arvan, et Kukruse mäe tervise parandamiseks pole ükski summa liiga suur ja koonerdamine pole kokkuhoid“.

Kokkuvõtvalt võib avalikku huvi Kukruse aherainemäe säilimise osas lugeda oluliseks teemaks. Seega kaasneks mäe täielikul äraveol lühi- ja pikaajaline oluline negatiivne mõju.

Alternatiiv I

Variant 1

Antud variandi korral likvideeritakse piirkonna oluline turismiobjekt. Seetõttu kaasneb variandi elluviimisel oluline negatiivne mõju ja seda nii lühi- kui ka pikaajalises skaalas.

Variant 2

Variant 2 elluviimise korral muudetakse vähesel määral aherainemäe asukohta. Tulenevalt osalisest materjali äraveost kujuneks korrastatud aherainemägi *ca* 5 m madalamaks võrreldes praeguse olukorraga. Seetõttu väheneks mõnevõrra ka avaneva vaate ulatus. Siiski säiliks antud variandi elluviimisel aherainemägi valdavas mahus ehk pikaajaliselt kaasneks eelnevaid

asjaolusid arvestades nõrk positiivne mõju. Lühiajaliselt kaasneks korrastamise perioodil nõrk negatiivne mõju ja seda eelkõige lähtudes tööde teostamise perioodist (1 - 2 aastat), turistide liikumise keelamisest töötsoonis ning maastikuilme muutusest.

Variant 3

Antud variandi elluviimise korral muudetakse mõnevõrra aherainemäe asukohta. Tulenevalt vähesel määral väga reostunud materjali äraveost ja aherainemäes leiduva osaliselt mittereostunud materjali kasutamisest aherainemäe korrastustöödel kujuneks korrastatud aherainemägi *ca* 3 m madalamaks võrreldes praeguse olukorraga. Seetõttu väheneks mõnevõrra ka avaneva vaate ulatus. Siiski säiliks antud variandi elluviimisel aherainemägi valdavas mahus ehk pikaajaliselt kaasneks eelnevaid asjaolusid arvestades mõõdukas positiivne mõju. Lühiajaliselt kaasneks korrastamise perioodil nõrk negatiivne mõju ja seda eelkõige lähtudes tööde teostamise perioodist (1 - 2 aastat), turistide liikumise keelamisest töötsoonis ning maastikuilme muutusest.

Alternatiiv II

Alternatiiv II elluviimisel jääks aherainemägi praegusega võrreldes samasse asukohta ja ligikaudu sama kõrgusega, seejuures vähendatakse aga aherainemäge külastavate turistide võimalikke tervise riske (lokaliseeritakse õhusaaste). Samas säiliksid aherainemäega seoses riskid tänu sellele, et protsesse aherainemäe sees ei õnnestu tõenäoliselt täielikult likvideerida. Selle tõttu võivad tänu utmisprotsesside jätkumisele ja võimalikule süttimisohu säilimisele tekkida aherainemäe sisesed vajumised, mis võib tekitada kattekihtidesse uued lõhed, mille kaudu gaasid taas vabalt välisõhku pääseda võivad. Seega säiliksid aherainemäe praegused väärtused alternatiivide lõikes alternatiiv II korral kõige enam, samas arvestades võimalikke riske kaasneks pikaajaliselt nõrk positiivne mõju. Samas korrastamistööde aeg ehk sisuliselt turistide liikumiseks suletud periood ja maastikuilme muutused kestaksid 1 - 2 aastat, mistõttu kaasneks tegevusega lühiajaliselt nõrk negatiivne mõju.

Kokkuvõtvalt on avalikkuse huvist lähtuvalt eelistatud alternatiiv I variandid 2 ja 3. Seejuures on oluline kõikide nimetatud alternatiivide korral tagada korrastamise järgselt võimalus inimeste pääsemiseks mäe tippu. Sobilikuks lahendusteks oleksid trepp ja/või kaldtee. Kukruse aherainemäe unikaalsusest tulenevalt on soovitatav aherainemägi säilitada peamiselt vaatekohana, aga ka rajades kelgutamiseks sobivaid nõlvu. Vältida tuleks aherainemäele krossiradade vms aherainemäe välisilmet oluliselt muutva kasutusfunktsiooni andmist.

Leevendavad meetmed alternatiiv I variantide 2 ja 3 korral:

- Oluline on kõikide nimetatud alternatiivide korral tagada korrastamise järgselt võimalus inimeste pääsemiseks mäe tippu. Sobilikuks lahendusteks oleksid trepp ja/või kaldtee.
- Kukruse aherainemäe unikaalsusest tulenevalt on soovitatav aherainemägi säilitada peamiselt vaatekohana, aga ka rajades kelgutamiseks sobivaid nõlvu. Vältida tuleks aherainemäele krossiradade vms aherainemäe välisilmet oluliselt muutva kasutusfunktsiooni andmist.

Null-alternatiiv

Olemasoleva olukorra jätkumisel kaasneks lühi- ja pikaajaliselt nõrk negatiivne mõju, kuna tulenevalt inimese tervisele ohtlike gaaside emiteerimisest mäe sisemusest on mäele minek keelatud. Seega langeks ära üks oluline tahk Kukruse aherainemäe väärtusest (avanev vaade). Samas säiliks mägi kui kultuuripärandi sümbol endiselt.

4.10.2 Jäätmehoidla korrastamise maksumus ja tasuvus, hoolduskulud

Käesoleva KMHga paralleelselt toimub korrastamise teostatavusuuringu (AS Infragate Eesti, 2015) koostamine. Alljärgnevalt on tehtud kokkuvõte teostatavusuuringu põhijäreldustest alternatiivide elluviimise maksumuse, tasuvuse ja hoolduskulude osas. Täismahus teostatavusuuring on esitatud lisas 4.

Kukruse A-kategooria jäätmehoidla korrastamisest kaasneb märkimisväärne mitterahaline kasu nt jäätmehoidla muutmisest kohalikele elanikele ohutuks vaba aja veetmise kohaks. Oluliseimaks tuleb kindlasti lugeda kasu, mis on seotud keskkonnareostuse vähendamisega, põhilisteks faktoriteks on:

- välisõhu saastamise lakkamine;
- põhjavee reostamise vähendamine;
- pinnase reostuse vähendamine.

Alternatiiv I kõikide variantide korral õnnestub peatada täiendava reostuse keskkonda kandumine pea täielikult. Alternatiivi II korral säilib oht põlevkiviõli kandumiseks aherainemäe aluspinnasesse ja sealt edasi põhjavette, samas on jätkuvat reostuse määra alternatiiv II korral keeruline hinnata. Täiendavate sotsiaalmajanduslike aspektidena tuleb esile tuua:

- Paraneb tööhõive. Jäätmehoidla korrastamisel saab tööd arvestatav hulk ehitustöölisi, kellest eelduslikult osa on kohalikud;
- Kohalike ettevõtete (toitlustus, majutus) käibe suurenemine tingituna täiendavast ehitustegevusest;
- Jäätmehoidla kinnistu ja seda ümbritsevate piirkondade väärtuse kasv.

Projekti elluviimisest tekkivat sotsiaalmajanduslikku kasu saab hinnata võrreldes omavahel variantlahendusi ning 0-alternatiivi, kui säilib olemasolev olukord. Sotsiaal-majanduslikku kasu saab hinnata nt saastetasude vähenemise kaudu võrreldes kaht stsenaariumit.

Kui jäätmehoidla korrastatakse kõigile regulatsioonidele vastavalt, rajatakse õhukindel aluskiht ning ladestu kaetakse pealt veekindla kattega, lõpeb utmine ja põlevkiviõli teke ning sellega seotud gaaside emissioon atmosfääri täielikult. Samuti jääb pinnaseosakestele kinnitunud õli aherainemäe materjaliga seotuks ning saasteainete väljakandumine põhjavette praktiliselt lakkab.

Kui aga jäätmehoidla korrastamist ei teostata, võib potentsiaalset põhjaveereostusest tingitud kahju (väljendatuna saastetasude kaudu) hinnata oluliselt suuremaks kui 12 milj EUR, sest potentsiaalset reostust tekib põlevkiviõli näol aina juurde. Õhusaastamise jätkumisel võib tekkiva keskkonnakahju määraks arvestada 16,3 tuhat EUR aastas. Eelnev näitab korrastamata aherainemäe keskkonnakahjude teoreetilise maksumuse hinnangut lähtuvalt sellest, milline saastetasu määr kehtib põhjaveereostusele ja välisõhu saasteainetele ning kui suured on aherainemäest lähtuvad hinnangulised aastased reostuskoormused veekeskkonnale ja heitkogused välisõhku. <u>Tuleb rõhutada, et toodud põhjavee ja välisõhu saastearvutused on illustreerivad ja ei ole seotud reaalse rahalise arvestusega</u>.

Teostatavusuuringu finantsanalüüs hõlmab Kukruse A-kategooria jäätmehoidla korrastamisega kaasneva investeeringuprogrammi elluviimisel loodavat infrastruktuuri. Eeldatakse, et programmi käigus on olemas vajalikul tasemel organisatsioon, tehnika, kohaldatakse jätkusuutliku opereerimise põhimõtteid ning kantakse vastavad kulutused. Lähtutakse Kukruse aherainemäe jäätmehoidla olemasolevatest andmetest, mida on korrigeeritud lähtuvalt konsultandipoolsetest soovitustest. Samuti on aluseks insener-tehnilised eeldused, mis

puudutavad investeeringuprogrammi elluviimise vajadustest lähtuvate kulude teket. Korrastamisega seotud alternatiivsete lahenduste ehitusmaksumus (tabel 4.4) on kohandatud jooksvatesse hindadesse, võttes arvesse ehitushinna oodatavat tõusu tulevikus, kui 2015. aasta püsihindades iga-aastased investeeringumaksumused korrutatakse vaadeldava aasta ehitushinna keskmise tõusu indeksiga ning saadakse maksumus tegelikes nominaalhindades (jooksev hinnatase, mis vastab ehitustööde elluviimise eeldatavale ajagraafikule).

Tabel 4.4. Aherainemäe korrastamise alternatiivsete lahenduste ehitusmaksumus jooksevhindades (AS Infragate Eesti, 2015).

Alternatiiv	**Alternatiivi nimetus**	**Investeeringu kulu jooksvates hindades, km-ga, EUR**
Alt I var 1	Kukruse aherainemäe äravedu	14 590 523
Alt I var 2	Kukruse aherainemäe osaline äravedu ja ümberpaigutamine	13 067 905
	Kukruse aherainemäe osaline äravedu ja ümberpaigutamine Nisu kinnistule, kaastes vajadusel ka Rukki kinnistut	13 196 385
Alt I var 3	Kukruse aherainemäe minimaalne äravedu ja ümberpaigutamine Põllumäe kinnistule	12 281 339
	Kukruse aherainemäe minimaalne äravedu ja ümberpaigutamine Nisu kinnistule, kaastes vajadusel ka Rukki kinnistut	12 409 819
Alt II	Kukruse aherainemäe katmine olemasoleval asukohal	14 837 328

Tabelist järeldub, et majanduslikult kõige kasumlikum aherainemäe korrastamise alternatiiv on alternatiiv I variant 3, mis kujutab endast läbikaevatud materjalist uue mäe kujundamist olemasoleva mäe kõrvale. Seejuures on eelistatum Põllumäe kinnistule ümberpaigutamine. Kõige kulukamad lahendused on aga Kukruse aherainemäe katmine olemasoleval asukohal ja aherainemäe täielik äravedu.

Ekspluatatsiooni ehk hoolduskulud puuduvad täielikult alternatiiv I variant 1 korral. Märkimisväärsed hoolduskulud puuduvad ka alternatiiv I variantide 2 ja 3 korral. Siiski kaasneb teatud kulu seoses vajaliku keskkonnaseire teostamisega. Kõige suuremad ekspluatatsioonikulud kaasnevad alternatiiviga II ja seda seoses gaasikogumis- ja utiliseerimissüsteemi ülalpidamisega kaasnevad kuludega. Samuti vajab alternatiiv II sagedat kattekihi korrasoleku kontrolli. Seega on ekspluatatsioonikulude osas eelistatumad alternatiiv I alamvariandid.

Seega kokkuvõtvalt kaasneks kõige kallima lahenduse (alternatiiv II) elluviimisel lühi- ja pikaajaline oluline negatiivne mõju, alternatiiv I variant 1 korral mõõdukas negatiivne mõju (maksumuse suurusjärk sama võrreldes alternatiiviga II, kuid hoolduskulud puuduvad), alternatiiv I variant 2 korral nõrk negatiivne mõju ja alternatiiv I variant 3 korral vähene negatiivne mõju. Kokkuvõtvalt on eelistatud lahendus alternatiiv I variant 3.

4.11 Mõjud inimeste heaolule, varale ja tervisele

Mõjud inimeste heaolule, varale ja tervisele on otseselt seotud peaaegu kõigi käesolevas mõjude analüüsimise peatükis käsitletavate teemadega. Seega on antud peatükis toodud vaid üldine kokkuvõte olulisematest teemadest alternatiivide lõikes.

Alternatiiv I
Kõikide variantide realiseerumisel on ette näha põhjavee reostuse vähenemist, kuna reostuskolle likvideeritakse. Samas ei saa oodata, et põhjavee seisundi taastumine mõne aastaga toimuks. Halb põhjavee seisund puudutab lähedal asuvaid elamuid, mis kasutavad Ordoviitsiumi lubjakivides levivat põhjavett. Kohtla valla ning Kohtla-Järve ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava kohaselt lähialal sellised majapidamised praktiliselt puuduvad, kuna valdav osa elanikest on liitunud ühisveevärgi võrguga.

Variant 1
Lisaks veekvaliteedile on peamised mõjud seotud Kukruse aherainemäe teisaldamisel tekkiva õhusaaste ja müraga ning aherainemäe kui turismiobjekti kadumisega. Vastavalt eelnevalt toodud peatükkidele ei ole korrastamise aegse müra osas lubatud piirnormide ületamisi ette näha. Samas suureneb tunduvalt korrastamise aegne liiklussagedus ja seeläbi ka mürahäiring Kukruse aherainemäele lähimate majapidamiste elanikele. Transpordiga kaasnev õhusaaste on minimaalne ega põhjusta piirväärtuste ületamisi lähimate majapidamiste juures. Küll aga võivad saasteainete kontsentratsioonid tõusta lubatud piirväärtuste lähedale (teatud juhtudel võib esineda ka piirväärtuste ületamisi) töötsoonis ja eelkõige aherainemäe n.ö koorimise käigus. Aherainemäe koorimise käigus tuleb olulist tähelepanu pöörata ka töötajate turvalisusele. Lühiajaline mõju on seotud ka asjaoluga, et korrastamistööde aegse töötsooni rajamisel ei ole võimalik töötsooni alal tegeleda põllumajandusega. Eelnimetatud mõjude osas on tegemist lühiajaliste negatiivsete mõjudega, mille mõju olulisust võib lugeda mõõdukaks.

Pikaajaliselt kaasneb positiivne mõju Kukruse piirkonnas seoses Kukruse aherainemäe kui keskkonnareostusallika (õhusaaste, põhjaveereostus) likvideerimisega. Teisalt kaasneb negatiivne mõju, kuna likvideeritakse piirkonna oluline turismiobjekt ja kultuuripärandi objekt. Siinjuures on aga määravama kaaluga piirkonnas elavad inimesed ja nende heaolu. Seega võib pikaajalisi mõjusid kokkuvõtvalt lugeda mõõdukalt positiivseks. Keskkonnareostusallika likvideerimine avaldab positiivset mõju ka piirkonna kinnisvara väärtusele.

Variant 2
Lühiajalised mõjud on sarnased alternatiiv I variant 1 juures toodule, vaid mõjude olulisus seoses väiksema materjali transportimise vajadusega on variant 2 korral väiksem (nõrk negatiivne mõju).

Pikaajaliselt kaasnevad positiivsed mõjud nii Kukruse aherainemäe keskkonnaohtlikkuse likvideerimise kui ka asjaoluga, et põhimahus säilib aherainemägi kui piirkonna turismiobjekt ja kultuuripärand. Eelnevaid asjaolusid arvestades on tegemist olulise positiivse mõjuga. Keskkonnareostusallika likvideerimine avaldab positiivset mõju ka piirkonna kinnisvara väärtusele.

Variant 3
Korrastamise aegsed lühiajalised negatiivsed mõjud on võrreldavad variant 2 mõjudega. Määravaks on seejuures mõjud töötsoonis töötavate inimeste tervisele ja heaolule.

Pikaajaliselt kaasnevad positiivsed mõjud nii Kukruse aherainemäe keskkonnaohtlikkuse likvideerimise kui ka asjaoluga, et säilib aherainemägi kui piirkonna turismiobjekt ja kultuuripärand. Eelnevaid asjaolusid arvestades on tegemist olulise positiivse mõjuga. Keskkonnareostusallika likvideerimine avaldab positiivset mõju ka piirkonna kinnisvara väärtusele.

Alternatiiv II
Alternatiiv II elluviimine eeldab enne aherainemäe katmist selle nõlvade kujundamist ning väiksemas mahus reostunud pinnase eemaldamist. Nimetatud tegevustega tuleb teatud määral tegeleda aherainemäe avamisega. Lisaks toimub mööda maanteed materjalide transport ning töötsooni alal ei ole võimalik tegeleda põllumajandusega. Seetõttu on lühiajalised mõjud sarnased eelkirjeldatud alternatiiv I variantidega 2 ja 3 ning alternatiiv II rakendumisel kaasneb nõrk negatiivne mõju.

Alternatiiv II raames küll kaetakse aherainemägi veekindla kattega, millega välditakse edasist nõrgvee teket, ent naftaproduktide gravitatsioonijõul mäest väljanõrgumine jätkub veel pikki aastaid. Kuna Kukruse aherainepuistangust tulenev põhjaveereostus levib Ordoviitsiumi veekihis ning Ordoviitsium-Kambriumi ja Ordoviitsiumi veekihti eraldab veepide, ei kaasne Kukruse küla elanike tervisele aherainemäest kui jääkreostusobjektist olulist ohtu tarbitava põhjavee kvaliteedi osas. Kukruse küla varustab Ordoviitsium-Kambriumi veekihti avav puurkaev.

Sarnaselt Kukruse külale toimub Kukruse linnaosas, mis jääb kavandatava tegevuse alast 100 m kaugusele idasuunda, põhjaveevõtt sügavamast pindmise reostuse eest kaitstud põhjaveekihist, välistades jääkreostuse mõju elanike tervisele. Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooniga on kaetud praktiliselt kogu linnaosa, vett võetakse Kambrium-Vendi põhjaveekihi Voronka põhjaveekogumist.

Pikaajaliselt võib eeldada ka alternatiiv II puhul positiivset mõju piirkonnale, kuid tulenevalt võimalikest põhjaveereostuse ja õhusaaste riskidest on mõju alternatiiv I variantide juures toodust väiksem (nõrk positiivne mõju). Üldiselt avaldab keskkonnareostusallika likvideerimine positiivset mõju ka piirkonna kinnisvara väärtusele.

Null-alternatiiv
Olemasoleva olukorra jätkumisel on nii lühi- kui ka pikaajalised mõjud inimeste tervisele ja heaolule seotud peamiselt aherainemäest emiteeruvate saasteainetega. Käesoleva KMH raames tehtud õhusaaste modelleerimised näitasid, et divesiniksulfiidi kontsentratsioon välisõhus võib halbadel hajumistingimustel lubatud piirväärtusi ületada aherainemäest *ca* 1,4 km kauguseni. Seega on mõjutatud suur osa Kukruse linnaosa ja Kukruse küla elanikest. Divesiniksulfiid on väga mürgine gaas, mis kahjustab kehasse sattudes paljusid kehasüsteeme, kõige rohkem saab kahjustada närvisüsteem. Samas on inimese organismis ensüümid, mis suudavad divesiniksulfiidi oksüdeerida kahjututeks sulfaatideks. Seetõttu suudab inimene väikseid divesiniksulfiidi annuseid taluda (https://et.wikipedia.org/wiki/Vesiniksulfiid, 29.06.2015).

2012. a Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ poolt tehtud saasteainete kontsentratsioonide mõõtmised Kukruse aherainemäel näitasid, et aherainemäel inimeste viibimine võib olla nende tervisele ohtlik. Seetõttu tuleb keelustada turistide viibimine aherainemäel.

0-alternatiivi realiseerumine on kõige olulisema keskkonnamõjuga tegevus, mille puhul jätkub senine põhjavee reostumine mäest väljaleostuvate ühenditega ning lisaks jätkub ka edasine nõrgvee teke.

Eelnevaid asjaolusid arvestades kaasneb olemasoleva olukorra jätkumisel oluline lühi- ja pikaajaline negatiivne mõju inimeste heaolule ja tervisele.

<u>Kokkuvõtvalt on eelistatud lahendus alternatiiv I variant 2 või variant 3.</u>

4.12 Keskkonnariske vähendavad meetmed jäätmehoidla korrastamisel

Alljärgnevalt on välja toodud erinevad keskkonnariskid, mis kaasnevad jäätmehoidla sulgemisel, ning meetmed nende riskide maandamiseks. Kuna kõiki neid probleeme on analüüsitud erinevate mõjuvaldkondade all, tuuakse siinkohal keskkonnariskid välja ülevaatlikul moel.

Õnnetuse oht külastajatele

Alternatiiv I ja II

Ladestust eralduvad gaasid on ohtlikud inimese tervisel ka lühiajalise ekspositsiooni korral ning juhuslik astumine mäe pinnal esinevatesse gaaside väljumislõhedesse võib põhjustada põletusi (nt väikelaste puhul), tuleb kuni mäe korrastamiseni piirata sellele kõrvaliste isikute juurdepääsu ning tähistada ala vastavate hoiatussiltidega.

Leevendav meede:

- Kuni mäe korrastamiseni tuleb piirata ladestule kõrvaliste isikute juurdepääsu ning tähistada ala vastavate hoiatussiltidega.

Aherainemäest materjali eemaldamine ja isesüttimise oht

Alternatiiv I ja II

Ladestus võib esinevate tühimike tõttu ja ladestu all paiknevate kaevanduskäikude sissevarisemisel toimuda lokaalsed langatused ning vajumid, mis põhjustavad lasundis uute lõhede teket. Vajumid ja lõhed on ohtlikud mäel töötavatele inimestele ja tehnikale.

Mäe teisaldamise teeb keeruliseks tõsiasi, et lahtikaevamisel suureneb hapniku juurdepääs kuumenemiskolletele ning materjal võib süttida. Materjali eemaldades avatakse õhu juurdepääs ka seni hapnikuvaeses keskkonnas paiknenud materjalile. Analoogselt Kohtla-Järve poolkoksimäe korrastustöödel puhkenud tulekahjuga on võimalus ka Kukruse mäel taassüttida, mis kokkuvõttes muudab keeruliseks tööde teostatavuse. Töö teostamise eelduseks on, et veetav materjal oleks kogu eemaldatava kihi paksuses jahtunud alla kriitilise piiri (s.o alla 300 °C). Materjali jahtumise vajadus võib oluliselt pikendada ehitustööde teostamise perioodi. Materjali teisaldavad töötajad peavad regulaarselt olema instrueeritud jäätmete ohtlikkusest ja töökaitse nõuetest. Aluselised värsked jäätmed (nt karbonaatsed põlenud või oksüdeerunud materjalid) on söövitavad, poolkoksi tolm sisaldab tervisele ohtlikke aineid.

Alternatiiv I variantide 2 ja 3 realiseerumisel, mil mägi tõstetakse ümber olemasolevast ladestusalast põhjasuunda (osaliselt Nisu kinnistule, kaastes vajadusel ka Rukki kinnistut), on täiendavaks riskiks uue ja vana mäe asukoha osaline kattumine. See teeb keeruliseks ümberteisaldamise tehnilise teostuse, õhukindla aluspõhja rajamise ning samuti õhutihedate kihtide moodustamise uuel ladestusalal. Kokkuvõttes mõjutab tehniline teostatavus mäe edasist stabiilsust, mis olemasolevast ladestusalast põhjasuunda jääva asukoha valimisel ei pruugi tagatud olla. Teisalt on uut ladestut võimalik rajada ka vanast ladestust eraldi, kuid sellisel juhul pikeneb transporditeekond.

Variant 2 ja 3 puhul võib osutuda keeruliseks teostada lõhkamistöid olemasolevast ladestusalast põhjasuunda jääva asukoha alternatiivi korral (kui ladestu paigutatakse osaliselt Nisu kinnistule, kaastes vajadusel ka Rukki kinnistut) ja olukorras kui uus ja vana ladestusala kattuksid osaliselt. Vana ladestusala all kaevanduskäikude langetamine võib avada uued

õhukanalid olemasoleva aheraine mäe all ning see toob kaasa riski mäe isesüttimiseks või füüsikalis-keemiliste protsesside intensiivistumiseks.

Kuna isesüttimise ohtlikkust suurendab materjali ladestamine järskude nõlvadega ladestusse, tuleb ka vaheladustamisel silmas pidada, et materjal oleks platsidele vaheladustatud võimalikult laugete nõlvadega kuhjadesse.

Leevendavad meetmed:

- Mäe teisaldamisel (alternatiiv I) või materjali ümberpaigutamisel (alternatiiv II) on vajalik enne materjali äravedu veenduda selle sobivuses. Materjal peab kogu paksuses (kuni 2 m) olema jahtunud alla kriitilise piiri.
- Jäätmetega tegelevad töötajad peavad olema regulaarselt instrueeritud jäätmete ohtlikkusest ja töökaitse nõuetest ohtlike jäätmetega töötamisel. Leeliselised värsked jäätmed on söövitavad, poolkoksi tolm sisaldab tervisele ohtlikke aineid.
- Vaheladustamisel tuleb silmas pidada, et materjal oleks platsidele vaheladustatud võimalikult laugete nõlvadega kuhjadesse.

<u>Mäe kuumenemine ja õhu juurdevoolu takistamine</u>

Alternatiiv I

Püriidi oksüdatsioon on eksotermiline protsess, mis võib mäesisest temperatuuri tõsta kuni 70°C-le (Gelinas *et al*, 1994; ref Wels *et al*, 2003). Alternatiiv I variantide 2 ja 3 puhul, mil kogu mägi sorteeritakse ümber, jahutatakse maha ning paigutatakse õhutihedalt uude ladestusse, ei suuda vähene püriidi oksüdeerumine (mis on aheraines endiselt oksüdeerumata kujul olemas) tõsta temperatuuri nii kõrgele, et see vallandaks poolkoksitumise toimumise.

Õhu juurdevoolu takistamine eeldab alternatiiv I variant 2 ja 3 korral õhutiheda alusõhja rajamist uuele ladestusalale. Materjali tuleks loodusliku veesisalduse juures süstemaatiliselt tihendada kuni 0,5 m paksuse kihina. Tihendamise metoodika (rulli tüüp ja kaal, vajalik ülesõitude arv) ja kontrollimeetmete väljatöötamiseks on vajalik enne tööde algust moodustada katseväljak. Variantide 2 ja 3 põhjasuunda jääva uue ladestuala asukoha alternatiivi puhul võib osutuda tehniliselt keeruliseks uuele ladestusalale õhukindla aluspõhja rajamine uue ja vana ladestu maa-ala osalise kattumise tõttu. Seetõttu keskkonnamõju hindaja antud asukohta eelistatud variandiks ei pea. See variant tasub põhjalikumat kaalumist juhul, kui ei ole võimalik soetada Põllumäe kinnistut.

Leevendav meede:

- Piisava õhutiheduse (s.o $k = 3 \times 10^{-6}$ m/s) saavutamiseks tuleb tihendamise metoodika ja kontrollimeetmete väljatöötamiseks enne tööde algust moodustada katseväljak.

Alternatiiv II

Kaevanduskäikude varingud ning omavaheline ühendatus muudab komplitseerituks sulundseina rajamise ega taga seejuures 100 %-list õhujuurdepääsu takistust aherainemäele. Kuumenemiskollete kohal tuleb kasutada piisava paksusega savikihti (min 0,5 m), mille rajamine on keerukas ja ilmast sõltuv. Savikihti saab paigaldada vaid kuiva ilmaga, sademete korral pole savikihi peal võimalik liikuda ning vihmaste ilmade korral võib osutuda vajalikuks juba valmisehitatud savikiht üles freesida ja savi uuesti kuivatada. Kuna kaevandatava savi looduslik niiskus on *ca* 10 %, vajab savi enne kattekihti paigaldamist lisatöötlemist, et

niiskusastet kun 20 %-ni tõsta. Nimetatud aspektid muudavad kokkuvõttes alternatiiv II tehnilise teostuse keeruliseks.

Alternatiiv I ja II
Õhu juurdevoolu takitastamiseks kaetakse mägi bentoniitmati ja/või saviga. Arvestada tuleb, et betnoniitmatt vajab kohe pärast paigaldust ka drenaažikihi panekut, et vältida mati pragunemist ja kuivamist.

Leevendav meede:

- Mõlema alternatiivi korral tuleb bentoniitmati paigaldamisel arvestada, et selle pragunemise vältimiseks on vajalik kohe pärast bentoniitmati paigaldust panna ära ka drenaažikiht.

Karbonaatse materjali kasutamine sulgemisel
Alternatiiv I ja II
Alternatiiv I variantide 2 ja 3 ning alternatiiv II puhul tuleb arvestada, et kuumenenud-põlenud karbonaatse materjali kasutamine drenaažikihis ja/või kasvukihis toob kaasa tugevalt aluselise reaktsiooniga nõrgvee tekke. Kuigi käesoleval ajal on lasundi piirkonnas põhjavee reaktsioon neutraalne, võib see ehitustööde perioodil muutuda aluselisemaks. Riski maandatakse sademevee kraavistiku ning tiigi rajamise, ent suur osa sademeveest imbub ehitustööde käigus ka ladestusse.

Aluselise nõrgveega seotud keskkonnamõju on lühiajaline, kuna portlandiit, mis kõrget pH-d vees esile kutsub, reageerib CO_2-ga, tekitades sekundaarse lubjakivi, mis kokkuvõttes lahuse pH-d neutraliseerib. Portlandiidi karboniseerumine on kiire, võttes erinevate allikate andmetel aega 28…60 päeva.

Võimalikud deformatsioonid pärast jäätmehoidla sulgemist
Alternatiiv II
Mäemassiivis kestvad kuumenemisprotsessid avalduvad praegu mäe pinnal pragude ja lõhede tekkena. Paraku ei pruugi rajatav veekindel kate kestvate vajumis- ja roomedeformatsioonide korral vastu pidada, võimalikud on lekked bentoniitmattide liitekohtades, mistõttu kaotab kate aja möödudes oma veekindluse, suureneb nõrgvee hulk ja intensiivistub põhjavee reostumine. Teoreetilisel on võimalikud vajumised ka tingituna mäe all paiknevate kaevanduskäikude sissevarisemisest.

Gaasikogumissüsteemi toimimine
Alternatiiv II
Üheks keerulisemaks küsimuseks võib saada põletustehnoloogia valik, kuna tekkiv gaas sisaldab väävelvesinikku (H_2S) ja tahkeid osakesi ning korrosiivne väävelvesinik võib rikkuda gaasikäitlussüsteemi. Gaasis on vajalik vähendada H_2S sisaldust, et vältida korrosiooni seadmetes. Selleks võib kasutada nt biofiltrit.

Gaaside käitlemine võib osutuda mõnevõrra keerukaks, kuna põletamiseks on gaasis sisalduva metaani kontsentratsioon liiga madal, mistõttu tuleb võibolla põletatavale gaasisegule täiendavalt lisada metaani.

Gaasikogumissüsteemi võib kahjustada mäe edasine kuumenemine ning sellest tingitud vajumite, lõhede teke. Lisaks sellele, et kahjustuste tagajärjel ei õnnestu efektiivselt gaasi kokku koguda, muudavad vajumid ka kattekihi mittevettpidavaks.

Kokkuvõte keskkonnariskidest ja meetmetest nende leevendamiseks

Kõige enam keskkonnariske kaasneb alternatiiv II rakendumisel, mis on tehniliselt keeruline lahendus (sulundseina ning savist vettpidava kihi rajamine) ega taga samal ajal mäe stabiilsust nõrgvee tekke vältimiseks ega gaaside efektiivseks kokkukogumiseks.

Alternatiiv I realiseerumise keerukus seisneb materjali ohutus transpordis ning mäest eemaldamises. Tähelepanu tuleb pöörata transporditava materjali temperatuurile ning töötajate instrueerimisele. Lisaks kaasneb ehitusaegne mõningane negatiivne mõju karbonaatse materjali aluselisusega seotult, mis veega kokku puutudes sademevee leeliseliseks muudab.

5. Alternatiivide võrdlemine, sobivaima alternatiivi valik

Keskkonnamõju hindamise käigus hinnatakse kavandatava tegevuse ja selle alternatiivide rakendumisega kaasnevaid keskkonnamõjusid. Mõjude olulisust hinnatakse tabelis 5.1. toodud intervallskaala alusel.

KMH aruandes hinnati järgmiseid alternatiive:

Alternatiiv I – mäe täielik või osaline äravedu. Alternatiiv I all käsitleti järgmiseid alamvariante:

- Variant 1 – mäe täielik äravedu. Kukruse aherainepuistangu asemele jääb lage ala, ära veetakse 790 000 m^3 materjali.
- Variant 2 – mäe osaline äravedu ja allesjäänud keskkonnaohutust materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale. Ära veetakse põlemisest või utmisest puutumatuna püsinud aheraine ning naftasaadustega väga reostunud materjal (kokku *ca* 120 000 m^3). Ülejäänud materjal tõstetakse uuele ladestusalale ning kaetakse vettpidava kihiga.
- Variant 3 – mäe minimaalne äravedu ja allesjäänud keskkonnaohutust materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale. Ära veetakse vaid väga reostunud materjal (*ca* 2000 m^3), kogu ülejäänud materjal ladestatakse uuele ladestusalale. Mägi kaetakse vettpidava kihiga.

Alternatiiv II – mäe katmine vettpidava kihiga.

Null-alternatiiv – olemasoleva olukorra jätkumine.

Tabel 5.1. Mõjude olulisuse hindamise skaala.

0	mõju puudub	**( )**	Meetmetega vähendatav või ärahoitav negatiivne mõju; pot. positiivne mõju
- 1	vähene negatiivne mõju	**+ 1**	vähene positiivne mõju
- 2	nõrk negatiivne mõju	**+ 2**	nõrk positiivne mõju
- 3	mõõdukas negatiivne mõju	**+ 3**	mõõdukas positiivne mõju
- 4	oluline negatiivne mõju	**+ 4**	oluline positiivne mõju

Erinevate keskkonnamõju kriteeriumite ja nende osakaalu määramiseks arvestatakse ekspertgrupi liikmete hinnanguid kasutades otsustamisel delphi-meetodit. Delphi-meetod on ekspertidevahelise konsensuse kujundamise viis, kus tõstatatud probleem antakse ekspertidele hindamiseks ja oma seisukohtade esitamiseks. Kõik ekspertgrupi liikmed esitavad KMH koostamise käigus oma hinnangu erinevate mõjuvaldkondade olulisuse kohta kogu mõju hindamise suhtes. Lõplikud kaalud saadakse eri ekspertgrupi liikmete poolt esitatud mõjuvaldkondade olulisuse aritmeetilise keskmise leidmise teel. Kaalud omistatakse mõjuvaldkondadele selliselt, et kõikide valdkondade kaalude summa = 1 (ehk 100 %) ja vastavalt moodustab iga valdkond osakaalu 100 protsendist ehk kogukaalude summast.

Tabelis 5.2 toodud kaalud ilmestavad hinnatud (ptk 4) valdkondade olulisust ekspertgrupi liikmete hinnangul käesoleva keskkonnamõju hindamise situatsioonis. Arvestades kavandatava tegevuse iseloomu, on ekspertgrupp kõige suurema kaalu omistanud põhjavee, välisõhukvaliteedi, korrastamise maksumuse ja teostatavuse ning inimeste heaolu ja tervise valdkondadele.

Kaalkriteeriumite hindepallide saamiseks korrutatakse teatava kriteeriumi alusel antud hindepallid kriteeriumi kaaluga. Kavandatava tegevuse ja selle alternatiivide lõplik järjestus saadakse kõigi kaalkriteeriumite hindepallide summeerimisega alternatiivide lõikes. Alternatiivide võrdlemisel keskkonnamõju kriteeriumitele omistatud kaalud, kaalkriteeriumite

hindepallid ning kavandatava tegevuse ja selle alternatiivide lõplik järjestus on esitatud tabelis 5.2.

Alternatiivide hindamisel osutus parimaks **alternatiiv I variant 3 - mäe minimaalne äravedu ning allesjäänud materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale**, mille puhul kõiki keskkonnamõju valdkondi arvestades on kaasnev lühiajaline (korrastamise aegne) negatiivne mõju kõige väiksem ning pikaajaline mõju kõige positiivsem. Variant 3 puhul on eelistatud asukoha alternatiiviks olemasolevast ladestusalast kagusuunda, Põllumäe kinnistule jääv uue ladestusala asupaik. Ekspertgrupp töötas välja ka mõjusid leevendavad meetmed, mis on rakendatavad ning efektiivsed.

Tabel 5.2. Alternatiivide võrdlemine (alus: ptk 3 ja 4 ning lisa 1; LA ja PA – lühi- ja pikaajaline; (LA; PA) – leevendatud; HP – hindepall; KHP – kaalutud HP).

		Alterantiiv I variant 1								Alterantiiv I variant 2								Alterantiiv I variant 3							
		LA		(LA)		PA		(PA)		LA		(LA)		PA		(PA)		LA		(LA)		PA		(PA)	
Valdkond ja mõjutegur	**Kaal**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**	**HP**	**KHP**
Põhjavesi	0,096	-2	-0,19	-2	-0,19	0	0,00	0	0,00	-3	-0,29	-3	-0,29	0	0,00	0	0,00	-3	-0,29	-3	-0,29	0	0,00	0	0,00
Pinnavesi	0,064	-1	-0,06	-1	-0,06	0	0,00	0	0,00	-2	-0,13	-2	-0,13	0	0,00	0	0,00	-2	-0,13	-2	-0,13	0	0,00	0	0,00
Pinnas	0,056	-1	-0,06	-1	-0,06	0	0,00	0	0,00	-2	-0,11	-2	-0,11	0	0,00	0	0,00	-2	-0,11	-2	-0,11	0	0,00	0	0,00
Endise Kukruse kaevanduse mõju	0,088	-2	-0,18	-2	-0,18	0	0,00	0	0,00	-2	-0,18	-2	-0,18	0	0,00	0	0,00	-2	-0,18	-2	-0,18	0	0,00	0	0,00
Maismaa elustik ja ökosüsteemid	0,048	-1	-0,05	-1	-0,05	1	0,05	1	0,05	-2	-0,10	-2	-0,10	2	0,10	2	0,10	-2	-0,10	-2	-0,10	2	0,10	2	0,10
Liikluskorraldus ja -ohutus	0,072	-3	-0,22	-2	-0,14	0	0,00	0	0,00	-2	-0,14	-1	-0,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Müra ja vibratsioon	0,072	-2	-0,14	-1	-0,07	0	0,00	0	0,00	-1	-0,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-1	-0,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Välisõhukvaliteet	0,096	-3	-0,29	-2	-0,19	4	0,38	4	0,38	-2	-0,19	-1	-0,10	4	0,38	4	0,38	-2	-0,19	-1	-0,10	4	0,38	4	0,38
Maakasutus	0,064	-2	-0,13	-2	-0,13	2	0,13	2	0,13	-3	-0,19	-3	-0,19	4	0,26	4	0,26	-3	-0,19	-3	-0,19	4	0,26	4	0,26
Loodusvarade kasutus ja säästev areng	0,080	-3	-0,24	-3	-0,24	3	0,24	3	0,24	-2	-0,16	-2	-0,16	4	0,32	4	0,32	-2	-0,16	-2	-0,16	4	0,32	4	0,32
Kultuuripärand ja avalikkuse huvi	0,071	-4	-0,29	-4	-0,29	-4	-0,29	-4	-0,29	-2	-0,14	-2	-0,14	2	0,14	2	0,14	-2	-0,14	-2	-0,14	3	0,21	3	0,21
Korrastamise maksumus ja tasuvus	0,096	-3	-0,29	-3	-0,29	-3	-0,29	-3	-0,29	-2	-0,19	-2	-0,19	-2	-0,19	-2	-0,19	-1	-0,10	-1	-0,10	-1	-0,10	-1	-0,10
Inimeste heaolu ja tervis	0,096	-3	-0,29	-3	-0,29	3	0,29	3	0,29	-2	-0,19	-2	-0,19	4	0,38	4	0,38	-2	-0,19	-2	-0,19	4	0,38	4	0,38
Kokku kaal ja KHP	**1,000**		**-2,42**		**-2,18**		**0,52**		**0,52**		**-2,09**		**-1,85**		**1,39**		**1,39**		**-1,85**		**-1,68**		**1,56**		**1,56**

Tabeli 5.2 jätk**.**

Valdkond ja mõjutegur	Kaal	Alterantiiv II								Null-alternatiiv							
		LA		(LA)		PA		(PA)		LA		(LA)		PA		(PA)	
		HP	KHP	HP	KHP	HP	KHP	HP	KHP	HP	KHP	HP	KHP	HP	KHP	HP	KHP
Põhjavesi	0,096	-2	-0,20	-2	-0,19	-3	-0,29	-3	-0,29	-4	-0,38	-4	-0,38	-4	-0,38	-4	-0,38
Pinnavesi	0,064	-2	-0,13	-2	-0,13	-2	-0,13	-2	-0,13	-1	-0,06	-1	-0,06	-2	-0,13	-2	-0,13
Pinnas	0,056	-2	-0,11	-2	-0,11	-2	-0,11	-2	-0,11	-2	-0,11	-2	-0,11	-3	-0,17	-3	-0,17
Endise Kukruse kaevanduse mõju	0,088	-3	-0,26	-3	-0,26	-3	-0,26	-3	-0,26	-3	-0,26	-3	-0,26	-3	-0,26	-3	-0,26
Maismaa elustik ja ökosüsteemid	0,048	-2	-0,10	-2	-0,10	1	0,05	1	0,05	-1	-0,05	-1	-0,05	-2	-0,10	-2	-0,10
Liikluskorraldus ja -ohutus	0,072	-1	-0,07	-1	-0,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	-1	-0,07	-1	-0,07
Müra ja vibratsioon	0,072	-2	-0,14	-1	-0,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Välisõhukvaliteet	0,096	-2	-0,19	-1	-0,10	2	0,19	2	0,19	-4	-0,38	-4	-0,38	-4	-0,38	-4	-0,38
Maakasutus	0,064	-2	-0,13	-2	-0,13	1	0,06	1	0,06	-2	-0,13	-2	-0,13	-4	-0,26	-4	-0,26
Loodusvarade kasutus ja säästev areng	0,080	-3	-0,24	-3	-0,24	-4	-0,32	-4	-0,32	-4	-0,32	-4	-0,32	-4	-0,32	-4	-0,32
Kultuuripärand ja avalikkuse huvi	0,071	-2	-0,14	-2	-0,14	2	0,14	2	0,14	-2	-0,14	-2	-0,14	-2	-0,14	-2	-0,14
Korrastamise maksumus ja tasuvus	0,096	-4	-0,38	-4	-0,38	-4	-0,38	-4	-0,38	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Inimeste heaolu ja tervis	0,096	-2	-0,19	-2	-0,19	2	0,19	2	0,19	-4	-0,38	-4	-0,38	-4	-0,38	-4	-0,38
Kokku kaal ja KHP	**1,000**		**-2,29**		**-2,12**		**-0,86**		**-0,86**		**-2,23**		**-2,23**		**-2,60**		**-2,60**

6. Seiremeetmed keskkonnaseisundi jälgimiseks

Käesolevas peatükis esitatakse KMH koostaja poolsed ettepanekud seire teostamiseks Kukruse aherainemäe korrastamise osas parimaks osutunud alternatiivi (alternatiiv I variant 3 - mäe minimaalne äravedu ning allesjäänud materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale) elluviimise ajal ja pärast aherainemäe korrastamist.

Vastavalt keskkonnaministri 09.11.2010 määrusele nr 56 „*Kaevandamisjäätmete käitlemise kord*[1]“ on kaevandamisjäätmete hoidla käitaja kohustatud korraldama pinnavee, nõrgvee, põhjavee ja jäätmelademe stabiilsuse või muude jäätmehoidla keskkonnamõju näitajate seiret ning pidama seiretulemuste üle arvestust. Lähtuvalt peatükis 4 teostatud mõjude analüüsist tuleb teostada järgmist seiret:

1. Korrastamistegevuse ajal:
   - Aherainemäe avamisega (aherainemäe peal liikuvad ehitusmasinad) seotud ehitusmasinate juhtimiskabiinid tuleb varustada tööde ajaks vastavate portatiivsete gaasianalüsaatoriga (H_2S ja SO_2) ning tagada juhi informeeritus analüsaatori näitude ja vastavate normide osas. Töökeskkonna piirnormide ületamise korral tuleb tegevus peatada kuni saasteainete kontsentratsioonide töökeskkonna piirnormide saavutamiseni (hajumine).
     - Seire periood: aherainemäe avamise ehk nö koorimise periood;
     - Seire kestvus: pidevalt reaalse töö ajal;
     - Seiratavad parameetrid: vähemalt H_2S ja SO_2;
     - Seire korraldaja: tööde teostaja koos tegevuse järelevalvajaga.

2. Korrastamistegevuse järgselt:
   - Välisõhuseire aherainemäel vähemalt aherainemäe tipus ja jalamil. Jalamil peab mõõtmispunkt paiknema Kukruse linnaosa majapidamiste poolsel küljel. Korduvad mõõtmised teostada samades mõõtmispunktides.
     - Seire periood: kord aastas kolme aasta jooksul peale korrastamistööde teostamist;
     - Seire kestvus: ühekordsed mõõtmised;
     - Seiratavad parameetrid: H_2S, SO_2, CO, LOÜ;
     - Seire korraldaja: Keskkonnaministeerium.

   - Aherainemäe katendi seisukorra seire.
     - Seire periood: üks aasta pärast korrastamistööde lõppu, edaspidi kord iga viie aasta tagant kümne aasta jooksul;
     - Seire kestvus: visuaalne ülevaatus;
     - Seiratavad parameetrid: katendi deformatsioonid, tekkinud lõhed, suitsevate kohtade olemasolu jms;
     - Seire korraldaja: Keskkonnaministeerium.

   - Põhjavee kvaliteedi seire.
     - Seire periood: kord aastas 5 aasta jooksul peale korrastamistööde teostamist;
     - Seire kestvus: ühekordsed mõõtmised;
     - Seire koht: 3 seirepuurkaevu ümber ladestu;
     - Seiratavad parameetrid: põhjaveetase, naftasaadused, fenoolsed ühendid, polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH), aromaatsed süsivesinikud (PTEX), elektrijuhtivus, pH;

- Seire korraldaja: Keskkonnaministeerium.

- Aherainemäe pinnalt kogutava sademevee kvaliteedinäitajate seire.
  - Seire periood: üks kord aastas kolme aasta jooksul pärast korrastamistööde lõppu;
  - Seire koht: sademevee kraavistik;
  - Seire kestvus: ühekordsed mõõtmised;
  - Seiratavad parameetrid: heljuvaine, BHT_7, KHT, $P_{üld}$, $N_{üld}$, pH, 1- ja 2-aluselised fenoolid ning naftasaadused;
  - Seire korraldaja: Keskkonnaministeerium.

7. Avalikkuse kaasamine ning ülevaade raskustest, mis ilmnesid KSH protsessis

Kukruse A-kategooria jäätmehoidla korrastamise KMH programmi eelnõuga seonduv avalikustamine viidi läbi vastavalt KeHJS nõuetele. Ka KMH aruande eelnõu avalikustamisel järgitakse KeHJS nõudeid. Seejuures on aluseks enne 1. juulit 2015 kehtinud KeHJS redaktsioon, kuna KMH algatati enne 1. juulit 2015.

Otsustaja (Kohtla Vallavalitsus) teavitas KMH programmi eelnõu avalikust väljapanekust ja avalikust arutelust tegevusest huvitatud osapooli (lisa 1). KeHJS § 16 lg 4 nõuetele vastav teade ilmus 06.02.2015 ametlikus väljaandes Ametlikud Teadaanded ja 18.02.2015 ajalehes Põhjarannik, samuti oli teade üleval Kohtla Vallavalitsuse ja Alkranel OÜ veebilehel. KeHJS § 16 lg 2 p 3 kohane teade oli väljas ka Kukruse bussipeatuses. Kirjalikult teavitati KMH programmi avalikust väljapanekust ja avalikust arutelust vastavalt KeHJS § 16 lg 3 40 isikuid 05.02.2014 kirjaga nr 9-4.10/94, 95 ja 06.02.2015 kirjaga nr 9-4.10/97-124.

KMH programmi avalik väljapanek toimus 19.02.2015 - 05.03.2015. KMH programmi eelnõuga oli võimalik avaliku väljapaneku kestel tutvuda Kohtla Vallavalitsuses ja Kohtla valla kodulehel https://kohtlavv.ee. KMH programmi avalik arutelu toimus 6. märtsil 2015 kell 15.30 Kohtla Vallavalitsuses. Arutelust võttis osa 13 inimest (lisa 1). Avalikustamise käigus kirjalikult laekunud märkustele vastati kirjalikult (lisa 1). KMH programm kiideti heaks Keskkonnaameti Viru regiooni 06.04.2015 kirjaga nr V 6-7/15/6402-2 (lisa 2).

Käesoleva KMH aruande koostamise käigus esinesid peamised raskused seoses aherainemäe sisemuses toimuvate protsesside ja aherainemäes esinevate materjalide mahu küllaltki suure määramatusega. KMH protsessi kaasatud OÜ IPT Projektijuhtimine viis aherainemäel läbi mitmeid uuringuid (lisa 3), mille tulemused on võetud KMH aruande koostamisel aluseks. Samas tulenevalt aherainemäe parameetritest (kõrgus, nõlva kalded jms) ei olnud tehniliselt võimalik tervet aherainemäge läbivaid uuringuid teostada ning seetõttu ei olnud võimalik saada täielikku ülevaadet aherainemäes toimuva kohta. Küll aga olid uuringud piisavad selleks, et teatud üldistusi tehes leida optimaalne lahendus aherainemäe korrastamiseks.

8. Aruande hindamistulemuste lühikokkuvõte

Veekeskkond ja pinnas

1. Mõju põhjavee seisundile

Alternatiiv I korral jätkub mäe seest väljanõrguvate ühenditega põhjavee reostumine vaid ehitusperioodil, mille jooksul ei saa välistada reostunud materjali kokkupuudet sademeveega. Variant 1 korral viiakse kogu aheraine mäes leiduv materjal minema ja variantide 2 ja 3 korral kaetakse ladestu veekindla kattekihiga, millega likvideeritakse peale korrastamist nõrgveeteke. Riski vähendab ümber aherainepuistangu ja vaheladustusplatside sademevee kokkukogumiseks geomembraanpõhjaga kraavistiku ja tiigi rajamine ehitusperioodiks ning sorteerimisalale kõvakatte paigaldamist. Pikaajaline veekeskkonnale avalduv mõju alternatiiv I rakendumisel puudub, kuna ohuallikas likvideeritakse.

Leevendav meede:

- Uue ladestusala moodustamisel on oluline jälgida, et ühte kihti ladestatav materjal oleks piisavalt segunenud ning samasse kohta ei kuhjuks potentsiaalset põlemaminevat või poolkoksistuvat materjali.

Alternatiiv II rakendamisel kaetakse ladestu veekindla kihiga, millega takistatakse sademevee infiltreerumist mäe kehandisse. Väheneb oluliselt nõrgvee teke. Samas ei taga mäe katmine vettpidava kihiga ning sulundseina rajamine lubjakivisse mäe sees toimuvate protsesside lõppemist ega põhjavee edasise reostumise täielikku likvideerimist, mistõttu mõju veekeskkonnale on pikaajaliselt mõõdukalt negatiivne.

Naftaproduktidega reostunud põhjaveekiht levib Ordoviitsiumi lubjakivides. Pärast mäe jahtumist (**0-alternatiiv**) võib põhjavee reostatus soolade ning ohtlike ühenditega veelgi suureneda, mis tähendab olulise negatiivse keskkonnamõju jätkumist antud piirkonnas nii lühi- kui pikaajalises skaalas.

3. Mõju pinnavee seisundile

Alternatiiv I ja II puhul on pinnaveel oht reostuda eeskätt korrastamistööde perioodil, mil toimub materjali ümberpaigutamine, vaheladustamine ning ümbertõstetavate kihtide tihendamine. Olulisema potentsiaalse lühiajalise keskkonnamõjuga on karbonaatse materjali kasutamine kasvukihis, kuna OÜ IPT Projektijuhtimine (2015) poolt läbiviidud laborianalüüsid näitasid selle materjali pH-ks 9,9…12,57. Seega ajutiselt muutub karbonaatse materjaliga kokkupuutuv sademevesi aluselisemaks, kuid tegemist on lühiajalise toimega ning alternatiiv I kõikide variantide rakendumisel pikemas perspektiivis pinnaveele mõju ei avaldata. Pikaajaliselt olulisema negatiivsema mõjuga on alternatiiv II elluviimine, mis tänu kattematerjali purunemisohule ja mäe sees tõenäoliselt jätkuvatele protsessidele (mäe sees toimuvate jätkuvate protsesside tõttu võivad tekkida vajumid, millele kattekiht ei pruugi vastu pidada) ning reoainete edasisele veekeskonda imbumisele omab kokkuvõttes nõrgalt negatiivset keskkonnamõju.

Olemasoleva olukorra jätkumisel (**0-alternatiiv**) võib tulevikus kaasneda põlemisest tingitud aluselise nõrgvee teke ja seeläbi pinnavee reostumine. Pikaajaline mõju on nõrgalt negatiivne, kuna mäe jahtudes võib reoainete väljaleostumine intensiivistuda ning seeläbi ka negatiivselt lähimaid pinnaveekogusid mõjutada.

4. Mõju pinnasele

Aherainepuistangu ümberpaigutamisel (**alternatiiv I** variant 2 ja 3) kahjustatud pinnas korrastatakse sulgemistööde lõpufaasis, mistõttu pöördumatuid kahjustusi pinnasele ei tekitata. Variant 1 puhul, mil kogu aherainepuistang olemasolevast asukohast minema veetakse, jääb pikajaalises perspektiivis antud asukohale korrastatud ja haljastatud ala, mida on võimalik edasipidi maatulundusmaana kasutusele võtta. Pikemas perspektiivis, mil ajutised platsid ja vana ladestusala korrastatakse, mõju pinnasele puudub.

Alternatiiv II realiseerumisel on lühiajaline pinnasele avalduv mõju nõrgalt negatiivne tänu korrastustööde läbiviimisele. Pikaajaliselt säilib risk kattematerjali deformeerumiseks ning seeläbi pinnase reostumiseks.

Null-alternatiivi puhul mäe nõlvadel asuvad lõhed järjest suurenevad ning õlilaikudega kaetud pinnasekihid kasvavad. Mägi muutub ajapikku ebastabiilsemaks, tühimike kokkuvarisemisel võib tekkida suuremaid varinguid. 0-alternatiivi jätkumine tähendab pinnasele lühiajalises plaanis nõrgalt negatiivse, pikaajalises skaalas mõõdukalt negatiivse keskkonnamõju ilmnemist.

Endise Kukruse kaevanduse mõju jäätmehoidla korrastamisele

Alternatiiv I realiseerumisel teeb endise Kukruse kaevanduse paiknemine aherainepuistangu all uue ladestusala ehitustöid keerulisemaks, eeldades kogu lähiala maapinna stabiliseerimist kaevanduskäikude langetamise (lõhkamise) teel. Pikaajalist mõju endine kaevandus mäe stabiilsusele ega olemasolule ei avalda, kui tarvitusele võetakse alljärgnevad leevendavad meetmed.

Leevendavad meetmed:

- Alternatiiv I variantide 2 ja 3 puhul ei tohi mäe teisaldamistöid alustada enne vanade kaevanduskäikude langetamise (lõhkamistööde) teostamist.
- Lõhkamistööd tuleb teostada lõhkamistööde projekti alusel, mis arvestab olemasolevate hoonete (*ca* 100 m kaugusel) ning Jõhvi-Narva maantee (*ca* 80 m) lähedusega.
- Kõikide alternatiivide elluviimisel tuleb tagada endise kaevanduse tuulutusšahtide sulgemine.

Alternatiiv II elluviimine eeldab vanadest kaevanduskäikudest õhu ligipääsu takistamist läbi betoonist või puurvaiadest sulundseina rajamise. Tehniliselt ei pruugi seeläbi saavutada alternatiiv II korral tulemust, mis lõplikult õhu juurdepääsu takistaks, kuna antud piirkonnas on lubjakivi karstunud, vanad kaevanduskäigud osaliselt sisse varisenud ning omavahel ühenduses.

Ka **null-alternatiivi** jätkumisel on endise kaevanduse mõju tänu õhu juurdepääsu tagamisele mäele ning mäe stabiilsuse mõjutamises seoses varinguohtlikkusega negatiivne. Varingud endises kaevanduses võivad suurendada õhuvoolu ning riski mäe taassüttimiseks.

Korrastamisaegne liikluskorraldus ja -ohutus

Alternatiiv I kõikide variantide puhul on arvestatud liiklusmarsruudiks Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee – Tallinn-Narva mnt – Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee (sh Kalevi ja Uus-Tehase tänavad Kohtla-Järvel), mille pikkuseks kujuneks *ca* 10 km, tagasitee Kukrusele on *ca* 2 km pikem tulenevalt Tallinna-Narva maantee liikluskorraldusest Kukruse linnaosa lähistel.

Variant 1: täieliku Kukruse aherainemäe ja reostunud sademevee äraveo (kokku *ca* 1 195 000 tonni materjali) puhul suureneks 1-aastase tööde teostamise perioodi korral Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maanteelõigu ööpäevane liiklussagedus *ca* 1,4 korda ja 2-aastase perioodi jooksul *ca* 1,2 korda. Piirkonna nähtavust ja liiklusohutust (sh jalakäijate liikumine maanteest eraldatud kergliiklusteel) võib pidada headeks. Seetõttu taanduvad ka liiklusohutuse küsimused peamiselt liikluse sujuvuse temaatikale. Aherainemäe täieliku äravedamise järgselt ei ole ette näha pikaajalisi mõjusid piirkonna liikluskorraldusele ja seda eeldusel, et aherainemäe alune maa arvatakse maatulundusmaaks.

Variandi 2 korral nähakse ette mäe osaline äravedu ehk *ca* 180 000 t materjali transport lõplikusse ladestuspaika. Ööpäevasele liiklussagedusele lisanduks 1-aastase perioodi korral *ca* 72 sõidukit (*ca* 9 sõidukit/tunnis) ning 2-aastase perioodi korral *ca* 36 sõidukit (*ca* 5 sõidukit/tunnis). Arvestades eelnevaid asjaolusid ja Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maanteelõigu tavapärast aasta keskmist ööpäevast liiklussagedust, ei ole ette näha olulist liikluse sujuvuse ning Kukruse aherainemäe ja Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee ristmiku läbilaskevõime halvenemist tööde teostamise ajal sõltumata ajalisest kestvusest.

Leevendav meede alternatiiv I variantide 1 ja 2-le:

- Kui reaalsete aherainemäe korrastustööde käigus selgub, et rasketehnika liikumine aherainemäe juurest maanteele põhjustab tavaliikluse sujuvuse probleeme (seisakuid, liiklusohtlikke olukordi vms), tuleb vajadusel kooskõlastatult Maanteeametiga kasutusele võtta ajutised liikluskorralduslikud vahendid (foorid, liiklusmärgid vms).

Variandi 3 puhul toimub peamine tegevus Kukruse aherainemäe töötsoonis. Peamine korrastamistööde aegne maanteele lisanduv liiklus on seotud reostunud sademevee äraveo, mäe kattekihimaterjalide ja reostunud pinnase äraveoga ehk summaarselt *ca* 25 000 tonni materjali transpordiga. 1-aastase perioodi korral lisanduks maanteele keskmiselt *ca* 17 sõidukit ööpäevas (2 sõidukit tunnis) ja 2-aastase perioodi korral keskmiselt *ca* 9 sõidukit ööpäevas (1 sõiduk tunnis). Seega võib riigimaanteede (sh Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maantee) liiklussageduse suurenemist eeltoodud sõidukite arvu võrra pidada väheoluliseks mõjuks.

Kõikide variantide pikaajalised mõjud on seotud korrastamise järgse perioodiga, mil eelduslikult hakkavad aherainemäel jätkuvalt käima turistid. Samas ei ole olulist turistide ja seeläbi ka sõidukite arvu märkimisväärset suurenemist võrreldes praegusega ette näha.

Alternatiiv II puhul kaasneb peamine liiklus Kohtla-Järve-Kukruse-Tammiku maanteele seoses aherainemäe ümber vaiseina rajamiseks vajamineva bentoniidi ning hilisema mäe katmiseks vajalike materjalide (paekillustik, savi, reoveesete, bentoniit- ja drenaažimatid) ja reostunud sademevee äraveo transpordiga. Koguseliselt eeldab see ca 71 900 tonni materjali vedu, 1 aasta jooksul lisanduks maanteele *ca* 27 sõidukit ööpäevas (3 sõidukit/tunnis) ja 2 aasta jooksul 13 sõidukit ööpäevas (2 sõidukit/tunnis).

Olemasoleva olukorra jätkumisel (**0-alternatiiv**) ei kaasne olulisi muutusi piirkonna liikluskorralduses. Mäge külastavate turisti hulk ja nendega kaasnev liiklus ei mõjuta olulisel määral piirkonna liikluskorraldust.

<u>Müra ja vibratsiooni mõjud (korrastamise aegsed)</u>

Müra ja vibratsiooniga seotud Kukruse aherainemäe korrastamistööd jagunevad peamiselt kaheks: tegevused, mis toimuvad aherainemäel ja selle ümbruses ehk tegevused töötsoonis ning

materjalide transport mööda maanteed. Nii töötsoonis toimuvate tegevuste kui ka materjalide transpordi korral on eelkõige mõjutatud Kukruse linnaosa ja Kukrusse küla lähimate majapidamiste elanikud.

Eeldatavast kasutatavast tehnikast on n.ö kõige mürarikkamad kopplaadur (L_w = 108 dB) ja ekskavaator (L_w = 103 dB), võrreldes nt kallurite müratasemega (L_w = 91 dB; Alkranel OÜ, 2012-2014). Arvestades maantee kaugust lähimatest elamutest (*ca* 20 m) ja arvutuslikku töötsoonist lähtuvat müratasemet, kujuneb majapidamiste juures peamiseks müratasememe mõjutajaks maantee liiklus ning töötsoonist lähtuva müra tähtsus kumuleeruvas mõjus on minimaalne. Siiski võib öisel ajal ehitustegevuse teostamisel müratase lähimate majapidamiste juures ületada vastavat piirtaset.

Alternatiivide lõikes erineb teistest alternatiividest mõnevõrra, kuid mitte oluliselt alternatiiv II, kus müra kaasneb täiendavalt ka maasiseste vaiade puurimisega. Liiklusmüra osas erineb teistest oluliselt alternatiiv I variant 1, mille realiseerumisel on võrreldes teiste variantidega ette näha oluliselt suurem liiklussageduse kasv piirkonnas.

Leevendav meede:

- Üldjuhul tuleb vältida aherainemäe korrastamistööde teostamist öisel ajal. Erandkorras, kui tööde käigus on toimunud nt aherainemäe isesüttimine või leiavad aset mingid teised võimalikke terviseriske või keskkonnakahju põhjustavad asjaolud, on aktsepteeritav ka öisel ajal tööde teostamine.

Soovimatu **vibratsioon** võib põhjustada ehitiste, masinate jt tarindite kahjustusi, võimalik on ka purunemine eriti resonantsi korral. Käesoleval juhul võib sisuliselt peamiseks vibratsiooni tekitavaks tegevuseks töötsoonis pidada aherainemäe aluste kaevanduskäikude langetamist lõhkamiste abil (osade alternatiivide puhul võib vähest vibratsiooni põhjustada ka aherainemäele uue aluspõhja ettevalmistamine ja/või vaiade puurimine). Lähimad endise kaevanduse käigud paiknevad majapidamistest *ca* 200 m kaugusel ja *ca* 15 m sügavusel maapinnast.

Käesoleva KMH koostaja hinnangul ei ole eelnevat arvestades tõenäoline, et aherainemäe korrastamisel ehitustegevustest tingitud vibratsiooni võnkekiirus ja vibrokiirendus oleks sellisel tasemel, et see mõjutaks olemasolevate hoonete konstruktsioone. Ei ole tõenäoline, et korrastustööde ehitustööde aegne vibratsioon ületaks sotsiaalministri 17.05.2002. a määruses nr 78 *Vibratsiooni piirväärtused elamutes ja ühiskasutusega hoonetes ning vibratsiooni mõõtmise meetodid* kehtestatud nõudeid üldvibratsioonile. Küll aga võib kerge vibratsioon olla piirkonna hoonetes ehitusaegsel perioodil tundlikuma vibratsioonitajuga inimestele ajuti tajutav. Vastavalt *lõhkematerjaliseadusele* (RT I 2004, 25, 170) tuleb lõhketööde tegemiseks koostada projekt. Majandus- ja kommunikatsiooniministri 01.06.2005. a määruses nr 64 *Lõhketöö projektile esitatavad nõuded* on sätestatud ehitistele suurimad lubatavad võnkekiirused sõltuvalt kaugusest ja aluspinnasest.

<u>Mõju välisõhukvaliteedile (välisõhusaaste ja lõhn, soojus, kliima)</u>

Välisõhu saastatuse taseme hindamiseks on OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse (EKUK; 2012) poolt teostatud mõõtmisandmete põhjal leitud maapinnalõhede mõõtepunktidest välisõhku paisatavate SO_2, CO ja H_2S heitkogused. Mõõtmisandmetel baseeruvatel modelleerimiste tulemusel ei ületata olemasoleval olukorral (**0-alternatiiv**) maapinnalähedases õhukihis ka halbadel hajumistingimustel välisõhu saastatuse taseme piirväärtusi süsinikmonooksiidi ja vääveldioksiidi osas.

Divesiniksulfiidi välisõhu saastatuse taseme piiväärtust võidakse halbadel hajumistingimustel ületada kuni ~1400 m kaugusel Kukruse aherainemäest. Kui halbadel hajumistingimustel valitsevad edela- ja läänetuuled, jääb antud alasse sisse kogu Kohtla-Järve linna Kukruse linnaosa ja osa Kukruse küla ning Peeri küla territooriumist. Seega on aherainemäe praeguse olukorra jätkumisel negatiivne mõju piirkonna elanike tervisele.

Alternatiiv I ja II elluviimisega kaasneb korrastamistööde aegne õhusaaste seoses ehitusmasinate liikumisega. Seejuures pärineb peamine õhusaaste materjalide transpordist mööda maanteed. Väiksemas mahus kaasneb õhusaaste ka aherainemäe enda juures tegutsevate ehitusmasinate töötamisega.

Ebameeldiva või ärritava **lõhnaga** aine *välisõhu kaitse seaduse* tähenduses on inimtegevusest põhjustatud välisõhku eralduv aine või ainete segu, mis võib tekitada elanikkonnal soovimatut lõhnataju. Tuntumad komponendid, millest lõhn moodustub, on ammoniaak, rasvhapped, indoolid, püridiin, amiinid, väävelvesinik, merkaptaanid (Oisalu jt, 2007). Arvestades välisõhu saastatuse taseme modelleerimise tulemusi, siis võib H_2S poolt põhjustatud lõhnahäiring olla tuntav tunduvalt kaugemal kui vastava piirväärtuse ületamine (*ca* 1400 m kaugusel aherainemäest). Lisaks võib eeldada, et ebameeldiva lõhna levikut soodustavad ka teised aherainemäest emiteeruvad saasteained (nt SO_2, LOÜ-d jms).

Lühiajaliselt võivad aherainemäe avamise ja äraveoga seotud alternatiivide korral suureneda piirkonnas saasteainete kontsentratsioonid võrreldes praeguse olukorraga ja seda tulenevalt aherainemäe avamisega seotud tegevusest. Samuti on risk, et aherainemäe avamisega võidakse avada mõni olemasolev kuumenemiskolle, mis võib tänu suuremale hapniku ligipääsule põhjustada materjali süttimise.

Arvestades piirnorme, EKUK (2012) töö raames mõõdetud saasteainete kontsentratsioone ning asjaolu, et ehitusmasinate juhtide töökõrgus paikneb maapinnast kõrgemal, ei ole ette näha töökeskkonnas lubatud piirnormide ületamist. Samas võib eeldada, et aherainemäe avamisega saasteainete kontsentratsioonid vähemalt lokaalselt aherainemäel asuvas töötsoonis suurenevad.

Leevendav meede alternatiiv I ja II elluviimisel:

- Aherainemäe avamisega (aherainemäe peal liikuvad ehitusmasinad) seotud ehitusmasinate juhtimiskabiinid tuleb varustada tööde ajaks vastavate portatiivsete gaasianalüsaatoriga (H_2S ja SO_2 puhul) ning tagada juhi informeeritus analüsaatori näitude ja vastavate normide osas. Töökeskkonna piirnormide ületamise korral tuleb tegevus peatada kuni saasteainete kontsentratsioonide töökeskkonna piirnormide saavutamiseni (hajumine).
- Aherainemäe süttimisest hoidumiseks ei tohi tööde käigus kuhugi tekitada järske nõlvu, mis soodustaksid konvektiivset õhuvoolu.

Soojusreostuse all mõistetakse üldiselt tootmisprotsessides vabaneva ja taaskasutust mitteleidva heitsoojuse juhtimist keskkonda sellisel määral, et see võib ohustada keskkonnaseisundit või häirida ökosüsteeme. Seejuures on üldjuhul tegemist veekeskkonda juhitava soojusega. Käesoleval juhul toimuvad peamised soojust eraldavad protsessid aherainemäe sees, samas aherainemäe pindmised kihid toimivad küllaltki heade soojusisolaatoritena. Arvestades asjaolu, et valdavas osas mõõtmispunktides jäi aherainemäe

maapinna temperatuur alla 4°C, siis võib võimalikku soojusest tingitud mõju pidada lokaalseks ja välisõhukvaliteedi mõjutuste osas väheoluliseks.

Alternatiiv I realiseerumisel on **välisõhukvaliteedi** mõjutused korrastamistööde aegsed, seejuures on variant 1 materjali transportimisega kaasnev õhusaaste võrreldavatest variantidest suurim. Variant 2 ja 3 puhul aherainemäe uude asukohta ümbertõstmisega jahutatakse maha aherainemäe sees olev materjal ja utmisprotsessid lõpevad. Aherainemäe süttimist uues asukohas takistab aherainemäe sisemusse õhu juurdevoolu peatamine (aherainemäe põhja all vajalik õhutihe aluskiht, kuna paikneb endise kaevanduse maa-alal ja aherainemäe peal vee- ja õhutihe kate) ning materjali tihendamine ladestamisel.

Pärast aherainemäe teisaldamist paraneb piirkonna välisõhukvaliteet võrreldes praeguse olukorraga. Seega kaasneb pikaajaliselt oluline positiivne mõju ja seda eelkõige lähtuvalt Kukruse linnaosa ja Kukruse küla lähedusest.

Alternatiiv II elluviimine eeldab enne aherainemäe katmist selle nõlvade kujundamist ning väiksemas mahus reostunud pinnase eemaldamist. Nimetatud tegevustega tuleb teatud määral tegeleda aherainemäe avamisega. Aherainemäe sees jätkuvad utmisprotsessid ja säilib oht süttimiseks. Seega ei saa välistada pikas perspektiivis aherainemäe vajumisi ning seeläbi ka võimalikke kattekihi ja gaasikogumissüsteemi kahjustusi. Lisaks võib läbi uute tekkivate lõhede hakata gaase välisõhku emiteeruma, millega omakorda kaasneb negatiivne mõju välisõhule. Võimalik aherainemäe süttimine võib rikkuda kogu gaasikäitlussüsteemi.

<u>Mõju maakasutusele</u>

Käesoleval hetkel (**0-alternatiiv**) on Kukruse aherainemäe alune maa määratletud kui jäätmehoidla maa ning ümbritsevad alad kui maatulundusmaad. Kohtla valla üldplaneeringu (2012) alusel on aherainemägi ja selle lähiümbrus tsoneeritud kaubandus-, teenindus- ja büroohoonete maana. Seejuures on Kukruse mägi määratud ilusa vaatega kohaks. Kuna aherainemäe peal kui ka *ca* 1,4 km raadiuses võib esineda halbadel hajumistingimustel välisõhus divesiniksulfiidi kontsentratsioonide piirväärtuste ületamisi, kaasneb lisaks võimalikule terviseriskile divesiniksulfiidiga ka ebameeldiv lõhn, mis aga vähendab senise olukorra jätkumisel üldplaneeringuga kavandatud maakasutuse elluviimise tõenäosust.

Alternatiiv I ja II rakendumisel on lühiajaliselt on korrastamistööde ajaks vajalik täiendava maa-ala kasutusele võtmine seoses ajutiste vaheladestusplatside, välikontori ja parklate jms rajamisega. Kukruse aherainemäest lõuna-kagu suunda jääv maatulundusmaa (Põllumäe kinnistu; kat nr. 32002:002:0185; pindala 22,5 ha) on varasematel aastatel olnud kasutusel viljapõlluna. Töötsooni kujundamisega ei ole vähemalt töötsooni piirkonnas korrastamistööde ajal võimalik vilja kasvatada. Sama kehtib ka teise asukoha alternatiivi (Nisu kinnistu (kat nr 32002:002:0156) ja kaastes vajadusel ka Rukki kinnistut (kat nr 32002:002:0162)) kohta, mis seni on olnud põllumajanduslikus kasutuses. Antud asukoha variandi eeliseks on kinnistute (nii Vulkaani, kui ka Nisu ning Rukki kinnistu) kuulumine riigi omandisse.

Alternatiiv I variant 1: pikaajaliselt on pärast aherainemäe teisaldamist võimalik nii ajutine töötsooni kui ka aherainemäe alune maa-ala võtta kasutusele nii maatulundusmaa kui ka üldplaneeringuga kavandatava kaubandus-, teenindus- ja büroohoonete maana. Negatiivse asjaoluna võib välja tuua, et alternatiivi rakendumisel kaob piirkonnast turiste meelitav vaatekoht, mis võib teatud määral mõjutada ka üldplaneeringu kohase maakasutuse realiseerumist.

Alternatiiv I variandid 2 ja 3: töötsooniga hõlmatav maa-ala on võrreldes teiste korrastamise alternatiividega suurim. Arvestades ka asjaolu, et aherainemägi rajatakse uude asukohta Põllumäe kinnistule või osaliselt Nisu kinnistule (kaastes vajadusel ka Rukki kinnistut), siis on senise maakasutuse (põllumaa) muutused osaliselt (aherainemäe alusel maa-alal) püsiva iseloomuga. Kui pikaajalises skaalas lähtuda üldplaneeringuga kavandatavast maakasutusest, siis võib aherainemäe säilitamist, keskkonnaohutuks muutmist ning asukoha muutumist lugeda positiivseteks mõjudeks. Samuti on võimalik alade arendamisel kasutada ära korrastatud aherainemäe turismipotentsiaali.

Alternatiiv II elluviimisel ei ole võimalik täielikult välistada õhusaastega kaasnevaid riske, mis võivad vähendada üldplaneeringu kohase maakasutuse realiseerumise tõenäosust. Seega kaasneb alternatiiv II elluviimisel pikaajaliselt vähene positiivne mõju.

Mõju elustikule ja ökosüsteemidele

Kõikide alternatiivide puhul kaitsealustele liikidele, Natura 2000 võrgustiku alade kaitse-eesmärkidele, ega kaitsealadele mõju ette näha ei ole, kuna lähiümbruses neid ei esine.

Alternatiiv I variant 1 puhul, mil mägi terves ulatuses antud asukohast ära teisaldatakse, haljastatakse endine aherainepuistangu *ca* 4,85 ha suurune ala ning olulist mõju elustikule ja ökosüsteemidele see tegevus kaasa ei too. Variant 2 ja 3 puhul võetakse uue ladestusala tarvis kasutusele *ca* 5 ha suurune maa-ala olemasolevast puistangust kagusuunal, teise asukoha alternatiivi (Nisu ja Rukki kinnistute kasutamise) korral pisut väiksem maa-ala, kus olemasolev taimkatte hävineb. Uus ladestusala kaetakse kasvukihiga ning see haljastatakse, samuti haljastatakse vana mäe asukoht. Mõningal määral võib mäe ümber paikneva taimestiku kasvutingimusi mõjutada mäepinnalt allavalguva sademevee juhtimine haljasaladele, tõenäoliselt antud põuatundlikus piirkonnas taimestiku kasvutingmused seeläbi paranevad.

Alternatiiv II: Kukruse aherainemäes oleva materjali ümberpaigutustööde käigus hävineb olemasolev taimestik. Kuna mägi endiselt seest poolt kuumeneb, mõjutab mäe seest tulev soojus ka pindmist kasvukihti. Mõningal määral alaneb pinnatemperatuur mäe katmise ning tekkivate gaaside kokkukogumise läbi, mis kokkuvõttes parandab mõnevõrra ka taimestiku kasvutingimusi, võrreldes praeguse olukorraga.

Olemasoleva olukorra (**0-alternatiiv**) jätkudes võivad naftasaadustega reostunud pinnakihtide laigud suureneda ja taimestik mäel veelgi väheneda. Taimestiku hävinemist soodustavad ka mäe sees paiknevatest lõhedest väljuv kuum saastunud aur. Taimestiku vähesuse tõttu kasutatakse vegetatsiooniperioodil taimede poolt ära vaid osa sademeveest ning valdav osa sademevee saab infiltreeruda mäe kehandisse.

Mõju loodusvarade (sh maavarade) kasutamise otstarbekusele ja vastavus säästva arengu põhimõtetele, korrastamise tehnilised küsimused (sh jäätmeteke)

1. Aherainemäes sisalduvate materjalide kasutamine

Teoreetiliselt on võimalik aherainemäes esinevat põlemata aherainet (peenpõlevkivi; tsoon IV) kasutada kütusena. Samas on peenpõlevkivi eelduslikult vähemalt osaliselt reostunud või paikneb reostunud materjaliga kihtide läheduses ning aherainemäe koorimisel seguneb peenpõlevkivi eelduslikult reostunud pinnasega. Lisaks on oluline, et nt Eesti Energia soojuselektrijaam ei tohi põletamiseks vastu võtta jäätme staatuses olevast aherainest väljasõelutud peenpõlevkivi. Seega muutub reaalselt aherainemäes esineva peenpõlevkivi kasutusele võtmine küsitavaks ja seda ka transpordi kulukust silmas pidades.

Kokkuvõtvalt teeb aherainemäes olevate materjalide kasutusele võtmise keeruliseks materjali kihtide ebaühtlane jaotumine ning reostunud materjali olemasolu. Raskendavaks asjaoluks on ka kihiti koorimine ja seeläbi materjali segunemine.

2. Ressursside tarbimine aherainemäe korrastamisel

Sõltumata aherainemäe korrastamiseks valitavast alternatiivist kaasneb korrastamistöödega fossiilsete kütuste kasutamine ja seda eelkõige materjalide transpordiga seoses ning ehitusmasinate töötamisel töötsoonis.

Alternatiiv I käsitletavatest korrastamise alternatiividest kaasneb variant 1 elluviimisel kõige enam fossiilsete kütuste tarbimist seoses materjali äraveoga. Täiendavate ressursside kasutamine on seotud vaheladestusplatside rajamiseks kuluva materjali kasutamisega. Positiivne mõju kaasneb asjaoluga, et Kukruse aherainemägi kui keskkonnareostusobjekt viiakse nõuete kohaselt rajatud ohtlike jäätmete prügilasse.

Variant 2 puhul on materjalide transpordiga seotud fossiilsete kütuste tarbimine väiksem kui variant 1 korral, kuid teiste korrastamise alternatiividega võrreldes suurem. Täiendav ressursikasutus kaasneb aherainemäele kattekihi (mh bentoniitmatt ja drenaažimatt) ja kasvupinnasekihi rajamisega. Samas kasutatakse kasvupinnasekihiks eelduslikult aherainemäes olevat mittereostunud karbonaatset materjali ja Kohtla-Järve reoveepuhastist pärinevat töödeldud reoveesetet. Mõlema nimetaud ressursi kasutust võib pidada taaskasutuseks ja lugeda seetõttu positiivseks mõjuks.

Variant 3: käsitletavatest korrastamise alternatiividest kaasneb variant 3 elluviimisel kõige väiksem fossiilsete kütuste tarbimine seoses materjali transpordiga. Teisalt on aherainemäe keskkonnaohutuks muutmiseks vajalik täiendavate ressursside kasutamine.

Alternatiiv II: materjalide transpordiga kaasnev fossiilsete kütuste kulutamine on võrreldav alternatiiv I variandiga 2. Lisaks toimub alternatiiv II korral fossiilsete kütuste tarbimine töötsoonis suuremal määral (sügavate vaiade puurimine) kui teiste alternatiivsete variantide korral. Lisaks tuleb alternatiiv II korral kasutada lisaks killustikule, bentoniitmatile ja drenaažimatile ka täiendavat ressurssi – savi. Samas pole aherainemäest lähtuva põhjaveereostuse ohtu võimalik ka korrastamise järgselt likvideerida.

Null-alternatiiv: aherainemägi püsib jätkuvalt keskkonnaohtlik, põhjustades nii õhusaastet kui põhjavee reostust. Seega kaasneb lühi- ja pikaajaliselt oluline negatiivne mõju.

Mõju sotsiaal-majanduslikule keskkonnale

1. Kultuuripärand (sh maastikuilme) ja avalik huvi aherainemäe osas ning mäe kasutusvõimalused pärast sulgemist

Alternatiiv I variant 1 korral likvideeritakse piirkonna oluline turismiobjekt, millega kaasneb oluline negatiivne mõju nii lühi- kui ka pikaajalises skaalas.

Variant 2 elluviimise korral muudetakse vähesel määral aherainemäe asukohta. Tulenevalt osalisest materjali äraveost kujuneks korrastatud aherainemägi *ca* 5 m madalamaks võrreldes praeguse olukorraga. Siiski säiliks antud variandi elluviimisel aherainemägi valdavas mahus ehk pikaajaliselt kaasneks eelnevaid asjaolusid arvestades nõrk positiivne mõju.

Variant 3 elluviimise korral muudetakse mõnevõrra aherainemäe asukohta. Tulenevalt vähesel määral väga reostunud materjali äraveost ja aherainemäes leiduva osaliselt mittereostunud

materjali kasutamisest aherainemäe korrastustöödel kujuneks korrastatud aherainemägi *ca* 3 m madalamaks võrreldes praeguse olukorraga. Siiski säiliks antud variandi elluviimisel aherainemägi valdavas mahus.

Leevendavad meetmed alternatiiv I variantide 2 ja 3 korral:

- Oluline on kõikide nimetatud alternatiivide korral tagada korrastamise järgselt võimalus inimeste pääsemiseks mäe tippu. Sobilikuks lahendusteks oleksid trepp ja/või kaldtee.
- Kukruse aherainemäe unikaalsusest tulenevalt on soovitatav aherainemägi säilitada peamiselt vaatekohana, aga ka rajades kelgutamiseks sobivaid nõlvu. Vältida tuleks aherainemäele krossiradade vms aherainemäe välisilmet oluliselt muutva kasutusfunktsiooni andmist.

Alternatiiv II elluviimisel jääks aherainemägi praegusega võrreldes samasse asukohta ja ligikaudu sama kõrgusega, seejuures vähendatakse aherainemäge külastavate turistide võimalikke tervise riske (lokaliseeritakse õhusaaste). Samas säiliksid aherainemäega seoses riskid tänu sellele, et protsesse aherainemäe sees ei õnnestu tõenäoliselt täielikult likvideerida.

Olemasoleva olukorra (**null-alternatiiv**) jätkumisel kaasneks negatiivne mõju, kuna tulenevalt inimese tervisele ohtlike gaaside emiteerimisest mäe sisemusest on mäele minek keelatud. Seega langeks ära üks oluline tahk Kukruse aherainemäe väärtusest (avanev vaade). Samas säiliks mägi kui kultuuripärandi sümbol endiselt.

2. <u>Jäätmehoidla korrastamise maksumus ja tasuvus, hoolduskulud</u>

Kukruse A-kategooria jäätmehoidla korrastamisest kaasneb märkimisväärne mitterahaline kasu nt jäätmehoidla muutmisest kohalikele elanikele ohutuks vaba aja veetmise kohaks. Oluliseimaks tuleb kindlasti lugeda kasu, mis on seotud keskkonnareostuse vähendamisega.

Alternatiiv I kõikide variantide korral õnnestub peatada täiendava reostuse keskkonda kandumine pea täielikult. Alternatiivi II korral säilib oht põlevkiviõli kandumiseks aherainemäe aluspinnasesse ja sealt edasi põhjavette, samas on jätkuvat reostuse määra alternatiiv II korral keeruline hinnata. Alternatiivsete lahenduste ehitusmaksumuse osas oleks hinnanguliselt kõige soodsamaks alternatiiv I variant 3. Seejuures on variant 3 osas soodsam aherainemäe ümber kujundamine olemasolevast jäätmehoidlast kagu suunas Põllumäe kinnistule ja kallim lahendus jäätmehoidla ümberkujundamine loode suunas Nisu kinnistule, kaasates vajadusel ka Rukki kinnistut.

Ekspluatatsiooni ehk hoolduskulud puuduvad täielikult alternatiiv I variant 1 korral. Märkimisväärsed hoolduskulud puuduvad ka alternatiiv I variantide 2 ja 3 korral. Siiski kaasneb teatud kulu seoses vajaliku keskkonnaseire teostamisega. Kõige suuremad ekspluatatsioonikulud kaasnevad alternatiiviga II ja seda seoses gaasikogumis- ja utiliseerimissüsteemi ülalpidamisega kaasnevad kuludega. Samuti vajab alternatiiv II sagedat kattekihi korrasoleku kontrolli.

Kui jäätmehoidla korrastamist ei teostata (**0-alternatiiv**), võib potentsiaalset põhjaveereostusest ning õhusaaste jätkumisest tingitud kahju (väljendatuna saastetasude kaudu) hinnata oluliselt suuremaks kui korrastamistasu.

Mõjud inimeste heaolule, varale ja tervisele

Mõjud inimeste heaolule, varale ja tervisele on otseselt seotud peaaegu kõigi käesolevas mõjude analüüsimise peatükis käsitletavate teemadega. Seega on antud peatükis toodud vaid üldine kokkuvõte olulisematest teemadest alternatiivide lõikes.

Kohtla valla ning Kohtla-Järve ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava kohaselt lähialal sellised majapidamised praktiliselt puuduvad, kes kasutavad reostunud Ordoviitsiumi lubjakivides levivat põhjavett, kuna valdav osa elanikest on liitunud ühisveevärgi võrguga.

Alternatiiv I variant 1: vastavalt eelnevalt toodud peatükkidele ei ole korrastamise aegse müra osas lubatud piirnormide ületamisi ette näha. Samas suureneb tunduvalt korrastamise aegne liiklussagedus ja seeläbi ka mürahäiring Kukruse aherainemäele lähimate majapidamiste elanikele. Transpordiga kaasnev õhusaaste on minimaalne ega põhjusta piirväärtuste ületamisi lähimate majapidamiste juures. Lisaks kaasneb negatiivne mõju piirkonnale olulise turismiobjekti ja kultuuripärandi objekti likvideerimisega.

Alternatiiv I variant 2 ja 3-ga kaasnevad pikaajaliselt positiivsed mõjud aherainemäe kui piirkonna turismiobjekti ja kultuuripärandi säilimise läbi. Keskkonnareostusallika likvideerimine avaldab positiivset mõju ka piirkonna kinnisvara väärtusele.

Alternatiiv II raames küll kaetakse aherainemägi veekindla kattega, millega välditakse edasist nõrgvee teket, ent naftaproduktide gravitatsioonijõul mäest väljanõrgumine jätkub veel pikki aastaid. Kuna Kukruse aherainepuistangust tulenev põhjaveereostus levib Ordoviitsiumi veekihis ning Ordoviitsium-Kambriumi ja Ordoviitsiumi veekihti eraldab veepide, ei kaasne Kukruse küla elanike tervisele aherainemäest kui jääkreostusobjektist olulist ohtu tarbitava põhjavee kvaliteedi osas. Sarnaselt Kukruse külale toimub Kukruse linnaosas põhjaveevõtt sügavamast pindmise reostuse eest kaitstud põhjaveekihist, välistades jääkreostuse mõju elanike tervisele.

Olemasoleva olukorra (**0-alternatiiv**) jätkumisel on nii lühi- kui ka pikaajalised mõjud inimeste tervisele ja heaolule seotud peamiselt aherainemäest emiteeruvate saasteainetega, jätkub ka põhjavee reostumine mäest väljaleostuvate ühenditega ning nõrgvee teke.

Keskkonnariske vähendavad meetmed jäätmehoidla korrastamisel

Alljärgnevalt on välja toodud peamised leevendavad meetmed erinevate keskkonnariskide ärahoidmiseks:

- Kuni mäe korrastamiseni tuleb piirata ladestule kõrvaliste isikute juurdepääsu ning tähistada ala vastavate hoiatussiltidega.
- Mäe teisaldamisel (alternatiiv I) või materjali ümberpaigutamisel (alternatiiv II) on vajalik enne materjali äravedu veenduda selle sobivuses. Materjal peab kogu paksuses (kuni 2 m) olema jahtunud alla kriitilise piiri.
- Jäätmetega tegelevad töötajad peavad olema regulaarselt instrueeritud jäätmete ohtlikkusest ja töökaitse nõuetest ohtlike jäätmetega töötamisel. Leeliselised värsked jäätmed on söövitavad, poolkoksi tolm sisaldab tervisele ohtlikke aineid.
- Vaheladustamisel tuleb silmas pidada, et materjal oleks platsidele vaheladustatud võimalikult laugete nõlvadega kuhjadesse.
- Piisava õhutiheduse (s.o $k = 3 \times 10^{-6}$ m/s) saavutamiseks tuleb tihendamise metoodika ja kontrollimeetmete väljatöötamiseks enne tööde algust moodustada katseväljak.

- Alternatiiv I ja II korral tuleb bentoniitmati paigaldamisel arvestada, et selle pragunemise vältimiseks on vajalik kohe pärast bentoniitmati paigaldust panna ära ka drenaažikiht.

Keskkonnamõju hindamise tulemusi kirjeldab kokkuvõtlikult tabel 5.2. Alternatiivide hindamisel osutus parimaks **alternatiiv I variant 3 - mäe minimaalne äravedu ning allesjäänud materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale**, mille puhul kõiki keskkonnamõju valdkondi arvestades on kaasnev lühiajaline (korrastamise aegne) negatiivne mõju kõige väiksem ning pikaajaline mõju kõige positiivsem. Variant 3 puhul on eelistatud asukoha alternatiiviks olemasolevast ladestusalast kagusuunda, Põllumäe kinnistule jääv uue ladestusala asupaik. Ekspertgrupp töötas välja ka mõjusid leevendavad meetmed, mis on rakendatavad ning efektiivsed.

Kasutatud materjalid

1. Alkranel OÜ, 2009 - 2010. Tallinna Nõmme linnaosa üldplaneeringu keskkonnamõju strateegiline hindamine
2. Alkranel OÜ, 2011. Aidu III mäeeraldiselt põlevkivi kaevandamise keskkonnamõju hindamine
3. Alkranel OÜ, 2012 - 2013. Põhja – Tallinna linnaosa üldplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise aruande eelnõu
4. Alkranel OÜ, 2012 - 2014. Rummu lubjakivimaardla Rummu III mäeeraldisel kaevandamisega kaasneva keskkonnamõju hindamine
5. Antov, D. & Villemi, E.-M., 2012. EL Läänemere piirkonna programmi 2007 - 2013 projekti „BalticClimate“ transpordi juhtumiuuringu analüüs. TTÜ Teedeinstituut
6. Arold, I. 2005. Eesti maastikud
7. EELIS (Eesti Looduse Infosüsteem – Keskkonnaregister): Keskkonnateabe Keskus (seisuga 29.06.15)
8. Eesti Geoloogiakeskus OÜ, hüdrogeoloogia osakond, 2010. Eesti põlevkivimaardlale põhjaveevarule hinnangu andmine.
9. Eesti Keskkonnastrateegia aastani 2030, 2007
10. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2012. Kukruse ja Sompa aherainemägede gaasiliste saasteainete mõõtmised
11. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2013. Välisõhu seire linnades 2012. Riiklik keskkonnaseire alamprogramm
12. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2014. Välisõhu seire linnades 2013. Riiklik keskkonnaseire alamprogramm
13. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2015. Välisõhu kvaliteedi seire 2014. Riiklik keskkonnaseire alamprogramm
14. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2006/21/EÜ, 15. märts 2006, kaevandustööstuse jäätmete käitlemise ja direktiiv 2004/35/EÜ muutmise kohta
15. Gavrilova, O., Vilu, R., Vallner, L. *A life cycle environmental impact assessment of oil shale produced and consumed in Estonia.* Resources, Conservation and Recycling 55 (2010) 232–245
16. Harzia, H., 2007. *Põlevkivi poolkoksi leostuskäitumise uurimine: väävliühendite väljaleostumine.* TÜ Füüsikalise keemia instituut. Magistritöö
17. Hunadi, 2000. *Traffic Vibrations in Buildings*
18. Ida-Viru maakonnaplaneeringu teemaplaneeringu *Asustust ja maakasutust suunavad keskkonnatingimused,* 2003
19. Jõeleht, A., 2015. Elektromeetriliste mõõtmiste aruanne. TÜ Geoloogia osakond
20. Jäätmeseadus (RT I 2004, 9, 52)
21. Jürs, E., 2015. *Eesti põlevkivi töötlemine*, Mäeinseneride õppematerjal. TTÜ Mäeinstituut
22. Kahru, A., Põllumaa, L. *Environmental hazard of the waste streams of Estonian oil shale industry: an ecotoxicological review*. Oil Shale, 2006, Vol. 23, No. 1 pp. 53–93
23. Keskkond ja põlevkivi kaevandamine Kirde-Eestis. TLÜ Ökoloogia Instituut Publikatsioonid. Tallinn;
24. Keskkonnaministri 09.10.2002 määrus nr 58 *Lõheliste ja karpkalalaste elupaikadena kaitstavate veekogude nimekiri ning nende veekogude vee kvaliteedi- ja seirenõuded ning lõheliste ja karpkalalaste riikliku keskkonnaseire jaamad*[1]
25. Keskkonnaministri 09.11.2010 määrus nr 56 *Kaevandamisjäätmete käitlemise kord*[1]

26. Keskkonnaministri 30.12.2002 määrus nr 78 *Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded*
27. Keskkonnaregistri andmebaas (www.register.keskkonnainfo.ee), 2015
28. Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2003. Uuringu „*Poolkoksi keskkonnaohtlikkuse määramine*“ aruanne
29. Keskonnaministri 11.08.2010 määrus nr 38 *Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases*
30. Kohtla valla üldplaneering, 2012
31. Kohtla-Järve Järve linnaosa üldplaneering, 2008
32. Kohtla-Järve ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava 2008-2019
33. Konist, A., 2014. Põlevkiviõli tootmisel tekkiva uttegaasi kasutusvõimaluste uuring;
34. Kukruse valla ühisveevarustuse ja -kanalisatsiooni arendamise kava aastateks 2012-2024
35. Lumiste, K., 2014. *Kohtla-Järve veepuhasti reoveesette stabiliseerimine põlevkiviõlitööstuse tahke soojuskandja (tsk) tuhaga*. Bakalaureusetöö geoloogias, TÜ Loodus- ja tehnoloogiateaduskond
36. Lõhkematerjaliseadus (RT I 2004, 25, 170)
37. Maa-ameti kaardirakendused, 2015
38. Majandus- ja kommunikatsiooniministri 01.06.2005 määrus nr 64 *Lõhketöö projektile esitatavad nõuded*
39. Maves AS, 2001. Ennetavad meetmed – poolkoksi ladestusalade keskkonnahinnang ja edasine tegevuskava
40. Maves AS, 2004. Kirde-Eesti tööstuspiirkonna põhjavee orgaaniliste ühendite seire 2004. aastal, töö nr. 4091
41. Maves AS, 2004. Ohtlike jääkreostuskollete kontroll ja uuringud, töö nr. 3116
42. Maves AS, 2005. Viru keemia grupi uue poolkoksi prügila eelprojekti keskkonnamõju hindamine.
43. Maves AS, 2007. Tööstusjäätmete ja poolkoksi ladestuspaikade sulgemise ettevalmistus Kohtla-Järvel ja Kiviõlis 2003/EE/16/P/PA/012 keskkonnamõju hindamise aruanne
44. Maves AS, 2010. VKG Energia Põhja soojuselektrijaama tuhaväljaku vastavusse viimise eelprojekti keskkonnamõju hindamise aruanne
45. Maves AS, 2011. Suletud, sh peremeheta jäätmehoidlate inventeerimisnimistu koostamine. I etapp
46. Maves AS, 2012. Suletud, sh peremeheta jäätmehoidlate inventeerimisnimistu koostamine. II etapp
47. Mõtlep, R., Sild, T., Puura, E., Kirsimäe, K. *Composition, diagenetic transformation and alkalinity potential of oil shale ash sediments*. Journal of Hazardous Materials 184 (2010) 567–573
48. Oisalu, S., Valge, J., Maasikmets, M., Klein, K., 2007. Lõhnaained – põllumajandusest ja tööstusest;
49. Puura, E., 1999. *Technogenic minerals in the waste rock heaps of Estonian oil shale mines and their use to predict the environmental impact of the waste,* Vol 16 (2): lk 99–107
50. Põhjaveekomisjon, 2006. Eesti põhjavee kasutamine ja kaitse
51. Ramboll Eesti AS, 2011. Riigimaanteede ja sildade tugevdamise maksumuse hindamine tulenevalt 52 t veoste aastaringse liikumise võimalusest
52. Riigi jäätmekava 2014 – 2020, 2014
53. Sepp, M., 2008. *Eiffeli torn ja Kukruse mägi*. Põhjarannik, 20.02.2008
54. Sotsiaalministri 04.03.2002 määrus nr 42 *Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja müratasemе mõõtmise meetodid*

55. Sotsiaalministri 17.05.2002 määrus nr 78 *Vibratsiooni piirväärtused elamutes ja ühiskasutusega hoonetes ning vibratsiooni mõõtmise meetodid*
56. Talviste, P., Kirsimäe, K., Puura, E., 2012. Hinnang Kohtla-Järve poolkoksi puistangu põlengu olukorrale ja võimalikele arengutele ning lahendusvõimaluste analüüs
57. Toomik, A., 2005. Lõhktöödest põhjustatud maavõnked. Liblik, V.ja Punning J.-.M. 2005
58. Vabariigi Valitsuse 18.09.2001 määrus nr 293 *Töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormid*
59. Valgma, I., Kolats, M., Karu, V., 2010. *Streki toestamine põlevkiviaherainebetooniga*. Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut
60. Valgma, I., Väizene, V., 2014. *Põlevkivi kaevandamise tehnoloogiate keskkonnamõjust aastatel 2016-2030*. Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut
61. Veeseadus (RT I 1994, 40, 655)
62. Wels, C., Lefebvre, R. & Robertson, A.M., 2003. An overview of prediction and control of air flow in acid-generating waste rock dumps. Proceedings of the Sixth International Conference on Acid Rock Drainage, Cairns, Queensland, Australia, 14-17 July, 2003, pp. 639-650.