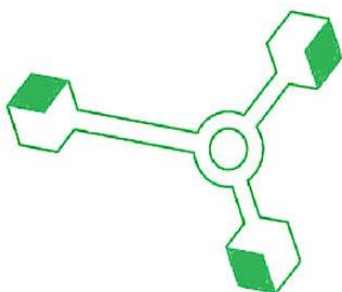


**Ekspert hinnang A-kategooria  
Kukruse põlenud aherainepuis-  
tangu kaevandamisjätme-  
hoidla klassifitseerimise täpsus-  
tamiseks ajavahemikul 2014–  
2020 tehtud uuringute põhjal**



Tallinn 2020



**Töö nimetus:** Ekspert hinnang A-kategooria Kukruse põlenud aherainepuistangu kaevandamisjäätmeheidla klassifitseerimise täpsustamiseks ajavahemikul 2014–2020 tehtud uurin-gute põhjal

**Töö autorid:**

Indrek Tamm, Erik Teinemaa

**Töö tellija:**

Keskkonnaministeeriumi keskkonnatehnoloogia osakond

**Töö teostaja:**

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

info@klab.ee

www.klab.ee

TÖÖVÕTULEPING nr 4-1/20/183

Käesolev töö on koostatud ja esitatud kasutamiseks tervikuna. Töös ja selle lisades esitatud kaardid, joonised, arvutused on autoriõiguse objekt ning selle kasutamisel tuleb järgida autoriõiguse seaduses sätestatud korda. Töö omandamine, trükkimine ja/või levitamine ärilistel eesmärkidel on ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku nõusolekuta keelatud. Töös toodud info kasutamine õppe- ja mitteärilistel eesmärkidel on lubatud, kui viidatakse algallikale. Andmete kasutamisel tuleb viidata nende loojale.



## Sisukord

1	Sissejuhatus ja uuringu eesmärk .....	4
1.1	Kaevandamisjäätmeid reguleeriv seadusandlus ja mõisted .....	5
1.1.1	Eesti seadusandlus .....	5
1.1.2	EL õigusaktid, Direktiiv 2006/21/EÜ.....	6
1.1.3	EL Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856 .....	8
1.1.4	Direktiiv 2006/118/EÜ (põhjavee direktiiv) .....	10
2	Kukruse kaevandamisjäätmeid paiknemine ja varasemad korrastustööd .....	11
3	Kukruse kaevandamisjäätmeid ruumikuju muutuste ja deformatsioonide analüüs .....	14
4	Kukruse kaevandamisjäätmeid termoseire ja kuumenemiskolded .....	17
4.1	Temperatuuriseire vajadus Kukrusel .....	19
5	Ohtlikud ained Kukruse kaevandamisjäätmeid pinnases .....	23
5.1	Saastunud pinnase mahud varasemates uuringutes .....	26
6	Ohtlikud ained Kukruse aherainepuistangu nõrg- ja põhjavees .....	28
6.1	Kukruse puurauk KK-1/1.....	28
6.1.1	Kukruse puuraugu KK-1/1 veeanalüüside tulemused aastatel 2019-2020.....	29
6.2	Põhjavesi.....	31
6.2.1	Eesti Geoloogiateenistuse põhjaveeuuringu [17] kokkuvõte .....	32
7	Välisõhku eralduvad saasteained .....	34
8	Kukruse kaevandamisjäätmeid keskkonnanõud ja ohud ning nende ärahoidmiseks või leevendamiseks rakendatavad meetmed .....	38
8.1	Direktiiv 2006/21/EÜ .....	38
8.2	Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856 .....	41
8.3	Kokkuvõte .....	47
9	Kasutatud kirjandus.....	49

## Aruande lisad

- Lisa 1. Temperatuuriseerimiste kirjeldused ja tulemused
- Lisa 2. Pinnase uuringupunktide nimekiri ühes põhiandmetega
- Lisa 3. Kukruse seirepuurauk KK-1/1 veeanalüüside tulemused
- Lisa 4. Välisõhu EKUK hinnang
- Lisa 5. Põhjavee EGT aruanne



## 1 Sissejuhatus ja uuringu eesmärk

Kõik Euroopa Liidu liikmesriigid peavad tagama, et nende territooriumil asuvates suletud jäätmehoiulates, sealhulgas peremehetud jäätmehoiulates, mis põhjustavad tõsist negatiivset keskkonnamõju või võivad lähiajal kujuneda tõsiseks ohuks, koostatakse inventeerimisnimestik ning seda ajakohastatakse korrapäraselt.

Kukruse põlenud aheraineladestu hinnati 2011–2012.a inventeerimise ajal A-kategooriasse [1], kuid Võrreldes 2012 aastaga on perioodil 2014–2020 läbi viidud mitmeid uuringuid ja oluliselt lisandunud täiendavat informatsiooni Kukruse aheraineladestu osas [3, 5, 6].

Kukruse aherainepuistang on keskkonnaregistris riikliku tähtsusega jääkreostusobjektina (JRA0000042), ohu liik on pinnases olevad saasteained (polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud, fenoolid, naftasaadused), need võivad reostada põhjavett.

Kukruse põlenud aherainepuistangu 2014-2015.a uuringus [5] võetud veeproovide pH näitab Kukruse aherainemäest kaevanduses olevasse põhjavette jõudva aluselise nõrgvee puudumist või sellise nõrgvee väikest kogust. Kuna 2014-2015.a uuringus [5] uuringu ajal rajatud puurau-gud ulatusid põlenud Kukruse kaevandusse, siis kaevandusvee suure mahu ja kiirema liikumise tõttu jäi Kukruse põlenud aherainepuistangu nõrgvee mõju ebaselgeks. Üldjuhul peaks põlenud aherainepuistangust allapoole infiltreeruv sademevesi olema aluseline.

EKUK töös „Kukruse A-Kategooria jäätmehoidla õhukvaliteedi mõõtmine“ [3] näitas, et saasteainete heide välisõhku on tunduvalt väiksem kui 2012.a mõõtmistulemuste põhjal keskkonnamõju hindamise aruandes teostatud arvutustes [12]. Aastal 2017 läbi viidud välisõhu saasteainete seiretulemused ei näidanud Kukruse aherainemäe kui keskkonnale ohtlikku objekti, küll aga toimub Kukruse mäest aeglane saasteainete eraldumine välisõhku [3].

2020.a valmis Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ (EKUK) koostatud „Suletud kaevandamisjäätmehoiulate seisukorra hindamine“ [15], millega uuendati kaevandamisjäätmehoiulate inventeerimisnimestikku lähtuvalt põlenud kaevandamisjäätmete hoiulate riskihinnangust, visuaalsetest vaatlustest ja täiendavatest analüüsides. Nimetatud 2020.a uuring [15] toob välja vajaduse teostada Kukruse A-kategooria kaevandamisjäätmehoidla klassifitseerimise analüüs ja anda hinnang, kas see on A-kategooria kaevandamisjäätmehoidla.

Aastal 2020 valmis Eesti Geoloogiateenistuse aruanne „Kukruse aheraineladestu põhjaveeuuring“ [17], mis käsitles põhjalikult Kukruse põlenud aheraineladestu mõju põhja- ja pinnaveele.

Perioodil 2014–2020 tehtud erinevate uuringute tulemuste põhjal on otstarbekas teostada Kukruse A-kategooria kaevandamisjäätmehoidla klassifitseerimise täpsustus lähtudes Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivist 2006/21/EÜ 16. märtsist 2006 kaevandustööstuse jäätmete käitlemise ja direktiivi 2004/35/EÜ muutmise kohta. Anda hinnang, kas see on A-kategooria kaevandamisjäätmehoidla või saab vajalike meetmete rakendamisel aheraineladestu ümber klassifitseerida.



## 1.1 Kaevandamisjäätmeoidlaid reguleeriv seadusandlus ja mõisted

### 1.1.1 Eesti seadusandlus

Eesti on kaevandamisjäätmete osas jäätmeseadusega ning maapõueseadusega üle võtnud Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiivist 2006/21/EÜ 16. märtsist 2006 tulenevad sätted ja alljärgnevalt esitatakse käesoleva töö seisukohalt olulised Eesti ja EL seadusandluse asjakohased lõigud ja mõisted.

#### **Jäätmeseadus.**

##### § 7<sup>1</sup>. Kaevandamisjäätmed

Kaevandamisjäätmed on jäätmeseaduse tähenduses jäätmed, mis on tekkinud maavarade uuringute, maavarade kaevandamise, rikastamise ja ladustamise ning kaevandamise töö tulemusena.

##### § 27<sup>2</sup>. Suurõnnetuste vältimine ja nendest teatamine

(2) Suurõnnetus on jäätmeseaduse tähenduses tegevuskohal kaevandamisjäätmete käitlemise käigus tekkinud juhtum, mis kujutab otsekohe või aja jooksul tegevuskohal või mujal ilmnevat tõsist ohtu inimese tervisele või keskkonnale.

(3) Suurõnnetuse ohuga jäätmeoidla hooldamisel, sulgemisel ning järelhooldamisel tuleb võtta vajalikke meetmeid, et vältida selliseid õnnetusi ja piirata nende kahjulikke tagajärgi inimese tervisele või keskkonnale.

##### § 35<sup>2</sup>. Jäätmeoidla

(1) Jäätmeoidlaks loetakse iga ehitist või ala, mida kasutatakse tahkel, vedelal, lahuse või suspensiooni kujul olevate kaevandamisjäätmete kogumiseks või ladustamiseks:

1) määramata ajaks A-kategooria jäätmeoidlates;

4) rohkem kui kolmeks aastaks saastumata pinnase, uuringute käigus tekkivate tavajäätmete, turba kaevandamisel, rikastamisel ja ladustamisel tekkivate jäätmete ning püsijäätmete hoidlates.

(2) § 35<sup>2</sup> lõikes 1 nimetatud hoidlad hõlmavad puistanguid, kuid ei hõlma kaeveõõsi, millesse jäätmed paigutatakse pärast kaevandamist ala korrastamise ja ehituse eesmärgil.

(5) Jäätmeoidlale määratakse A-kategooria, kui esineb üks või mitu järgmistest asjaoludest:

1) jäätmeoidla praegust või tulevast suurust, asukohta ja keskkonnamõju arvesse võtten analüüs näitab, et rike, näiteks puistangu varing või tammi purunemine, või vääritamine võib põhjustada suurõnnetuse;

2) jäätmeoidlas on jäätmeseaduse § 2 lõike 5 alusel kehtestatud määruse kohaselt ohtlikeks jäätmeteks klassifitseeritud jäätmeid üle teatava piiri;

3) jäätmeoidlas on kemikaaliseaduse kohaselt ohtlikeks aineteks või valmistiteks klassifitseeritud aineid või valmistisi üle teatava piiri



**Kaevandamisjäätmete käitlemise kord.** Keskkonnaministri 09.11.2010 määrus nr 56.

## § 2. Kasutatud mõisted

5) nõrgvesi – igasugune jäätmeoidlasse ladestatud jäätmetest läbi nõrguv vedelik, mis jääb jäätmeoidlasse või voolab jäätmeoidlast välja. Suublasse juhitud nõrgvesi peab vastama "Veeseaduse" alusel kehtestatud nõuetele;

7) suubla – pinnavesi, põhjavesi, siirdevesi ja rannikuvesi vastavalt Veeseaduses esitatud määratlustele ning maapõue osa, millesse voolab nõrgvesi;

9) käitaja – füüsiline või juriidiline isik, kes vastutab kaevandamisjäätmete käitlemise eest (kaasa arvatud kaevandamisjäätmete ajutine ladustamine) nii käitise tegutsemise ajal kui ka pärast selle sulgemist;

## § 3. Kaevandamisjäätmete käitlemise üldnõuded

(2) Käitaja peab võtma kõik vajalikud meetmed, et vältida või vähendada nii palju kui võimalik kaevandamisjäätmete käitamisest põhjustatud kahjulikku mõju keskkonnale ja inimese tervisele. See hõlmab iga jäätmeoidla haldamist, samuti selle haldamist pärast sulgemist, ning sellega seoses suurõnnetuste vältimist ja sellest keskkonnale ja inimese tervise kahjustamise piiramist.

## § 8. Seire kohustuslikkus

(1) Käitaja on kohustatud korraldama pinnavee, nõrgvee, põhjavee ja jäätmelademe stabiilsuse või muude jäätmeoidla keskkonnamõju näitajate seiret ning pidama seiretulemuste arvestust.

### 1.1.2 EL õigusaktid, Direktiiv 2006/21/EÜ

#### Direktiivi 2006/21/EÜ üldosa.

Lõige 14 järgi A-kategooria jäätmeoidla käitaja võtab vastu jäätmetest tuleneva suurõnnetuse vältimise põhimõtted ning rakendab neid.

Lõige 18 järgi on vaja selgelt esitada ennetus- ja kaitsemeetmed, mis tuleb võtta, et kaitsta keskkonda mis tahes ohu eest lühemas ja pikemas perspektiivis ning täpsemalt kaitsta põhjaveet saastumise eest, mida tekitab nõrgvee imbumine pinnasesse.

#### Direktiivi 2006/21/EÜ artikkel 3. Mõisted:

- jäätmeoidla – iga ala mis on mõeldud tahkel, vedelal, lahuse või suspensiooni kujul olevate kaevandamisjäätmete kogumiseks või ladustamiseks järgmisteks ajavahemikeks:

määratlemata ajaks A-kategooria jäätmeoidlate ja jäätmekavas kirjeldatud ohtlike jäätmete hoidlate puhul;

rohkem kui kuus kuud ootamatult tekkinud ohtlike jäätmete hoidlate puhul;

rohkem kui aasta mittepüsivate tavajäätmete hoidlate puhul;

rohkem kui kolm aastat saastumata pinnase, uuringute tulemusel tekkivate tavajäätmete, turba kaevandamisel, rikastamisel ja ladustamisel tekkivate jäätmete ning püsijäätmete hoidlate puhul.

Sellised hoidlad hõlmavad ka tamme või muid struktuure, mille eesmärk on hoida, säilitada, piirata või muul viisil toetada sellist hoidlat, ning samuti, kuid mitte ainult, puitanguid ja hiivahoidlaid, aga ei hõlma kaeveõõsi, millesse jäätmed paigutatakse pärast kaevandamist ala taastamise ja ehituse eesmärgil.



- nõrgvesi – iga jäätmeoidlasse paigaldatud jäätmetest läbi imbunud ja välja nõrgunud või jäätmeoidlas sisalduv vedelik;
- oluline muutus – muutus jäätmeoidla struktuuris või tegevuses, mis pädeva asutuse arvates võib oluliselt kahjustada inimeste tervist või keskkonda;
- puistang – insenerirajatis tahkete jäätmete ladustamiseks maapinnal;
- rikastamisjäätmed – pärast maavara väärtuslikuma osa vähemväärtuslikust kivimist eraldamist (nt purustamine, peenestamine, suuruse järgi sorteerimine, flotatsioon ja muud füüsikalise-keemilised tehnoloogiad) järele jäävad tahked või vedelad jäätmed;
- saastumata pinnas – pinnas, mis eemaldatakse maapinna ülemisest kihist kaevandamise käigus ja mida ei loeta saastunuks vastavalt kaevandamise asukohta liikmesriigi siseriiklikule õigusele või ühenduse õigusele;
- suurõnnetus – objektil käesoleva direktiivi reguleerimisalasse kuuluva käitise kaevandamisjäätmete käitlemistevõime käigus tekkiv juhtum, mis kujutab inimeste tervisele ja/või keskkonnale viivitamatult või aja jooksul ilmnevat tõsist ohtu objektile või mujal;

#### **Direktiivi 2006/21/EÜ artikkel 4. Üldnõuded.**

Punkt 1. Liikmesriigid võtavad vajalikke meetmeid, et tagada kaevandusjäätmete käitamine viisil, mis ei sea ohtu inimeste tervist ning mille käigus ei kasutata protsesse või meetodeid, mis võivad kahjustada keskkonda, eelkõige ohustada vett, õhku, pinnast, loomastikku ja taimestikku, ei tekitata müra või lõhnast põhjustatud häireid ega kahjustata maastikku ega erihuvi pakkuvaid kohti. Liikmesriigid võtavad ka vajalikud meetmed, et keelata kaevandamisjäätmete hülgamine, kaadamine või kontrollimata ladustamine.

Punkt 2. Liikmesriigid tagavad, et käitaja võtab kõik vajalikud meetmed, et vältida või vähendada nii palju kui võimalik kaevandamisjäätmete käitamisest põhjustatud kahjulikku mõju keskkonnale ja inimeste tervisele. See sisaldab iga jäätmeoidla haldamist, samuti pärast selle sulgemist, ning selle hoidlaga seoses suurõnnetuste vältimist ja sellest keskkonnale ja inimeste tervisele tulenevate tagajärgede piiramist.

Punktis 2 nimetatud meetmed põhinevad muu hulgas parimal võimalikul tehnikal, ilma kohusetusega kasutada mõnda konkreetset tehnikat või tehnoloogiat, aga võttes arvesse asjaomase jäätmeoidla tehnilisi omadusi, selle geograafilist asukohta ja kohalikke keskkonnatingimusi.

#### **Direktiivi 2006/21/EÜ artikkel 13. Vee seisundi halvenemise ning õhu ja pinnase saastumise vältimine.**

Punkt 1. Pädev asutus veendub, et käitaja on võtnud vajalikke meetmeid, et täita ühenduse keskkonnastandardeid, eelkõige tõkestades vee hetkeseisundi halvenemist vastavalt direktiivile 2000/60/EÜ muu hulgas selleks, et:

- a) hinnata ladustatud jäätmetest nõrgvee tekkimise võimalust, kaasa arvatud saasteainete sisaldust selles nii jäätmeoidla käitamise ajal kui ka sulgemisjärgsel etapil ning määrata jäätmeoidla vee tasakaal;
- b) vältida või minimeerida nõrgvee tekkimist ning jäätmetest tulenevat pinna- või põhjavee ja pinnase saastumist;
- c) koguda ja käidelda jäätmeoidlast saastunud vett ja nõrgvett nende ärajuhtimisele esitatavate asjakohaste standardite kohaselt.

Punkt 2. 2. Pädev asutus tagab, et käitaja on võtnud piisavad meetmed tolmu ja gaasiliste heidete vältimiseks või vähendamiseks.



Punkt 3. Kui pädev asutus on keskkonnariskide hinnangu põhjal otsustanud, võttes eelkõige arvesse direktiive 76/464/EMÜ, 80/68/EMÜ või 2000/60/EÜ, kui see on asjakohane, et nõrg-vee kogumine ja käitlemine ei ole vajalik, või kui leitakse, et jäätmeoidla ei kujuta võimalikku ohtu pinnasele, põhja- või pinnaveele, võib punkt 1 alapunktides b ja c sätestatud nõudeid vastavalt leevendada või nende kohaldamisest loobuda.

### **Direktiivi 2006/21/EÜ III LISA Jäätmeoidlate klassifitseerimise kriteeriumid.**

Jäätmeoidla klassifitseeritakse A-kategooriasse, kui:

- riskianalüüsi alusel, võttes arvesse selliseid asjaolusid nagu jäätmeoidla praegune või tulevane suurus, asukoht ja mõju keskkonnale, võib rike või väär käitamine, nt puistangu varing või tammi purunemine, põhjustada suurõnnetuse, või
- hoidlas on direktiivi 91/689/EMÜ kohaselt klassifitseeritud ohtlikke jäätmeid üle teatava piiri või
- hoidlas on direktiivide 67/548/EMÜ või 1999/45/EÜ kohaselt klassifitseeritud ohtlike aineid või valmistisi üle teatava piiri.

#### **1.1.3 EL Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856**

Esitab metoodika Direktiivi 2006/21/EÜ III lisa sätestatud jäätmeoidlate klassifitseerimise kriteeriumide ühtse hindamise tagamiseks.

K(2009) 2856 üldosa lõige 4. Et hinnata jäätmeoidla struktuuri terviklikkuse kadumisest või hoidla ebaõigest käitamisest tulenevat võimalikku ohtu inimeste elule või tervisele, tuleb selle ohu suuruse hindamisel arvesse võtta inimeste reaalset pidevat viibimist võimalikus ohupiirkonnas.

#### **Artikkel 1**

Jäätmeoidla klassifitseeritakse direktiivi 2006/21/EÜ III lisa esimese taande alusel A-kategooria alla kuuluvaks, kui jäätmeoidla struktuuri terviklikkuse kadumisest või ebaõigest käitamisest tuleneva rikke lühi- või pikaajalised prognoositavad tagajärjed võivad põhjustada:

- a) olulise võimalusena surmajuhtumeid;
- b) tõsist ohtu inimeste tervisele;
- c) tõsist ohtu keskkonnale.

Klassifitseerimisel võetakse jäätmeoidla ohtlikkuse hindamisel arvesse hoidla kogu olemustsükkel, kaasa arvatud sulgemisjärgne etapp.

#### **Artikkel 2**

Punkt 1. Käesolevas otsuses tähendab jäätmeoidla struktuuri terviklikkus struktuuri võimet hoida jäätmed hoidla piirides selle projektist lähtuval viisil.

Punkt 2. Struktuuri terviklikkuse kadumine hõlmab kõiki võimalikke rikkeid, mis on seotud asjaomase jäätmeoidla struktuuriga.

Punkt 3. Struktuuri terviklikkuse kadumise tagajärgede hindamine hõlmab rikke tagajärjel jäätmeoidlast eraldunud materjali vahetut toimet ning sellest tulenevat lühi- ja pikaajalist mõju.

#### **Artikkel 3**

Punkt 1. Käesolevas otsuses tähendab jäätmeoidla ebaõige käitamine toimingut, mis võib põhjustada suurõnnetuse, sealhulgas häired keskkonnakaitsemeetmete rakendamisel ning vead või puudujäägid projektis.



Punkt 2. Ebaõigest käitamisest tuleneva saasteainete eraldumise hindamine hõlmab saasteainete lühiajalise ja pikaajalise eraldumise mõju. Nimetatud hindamine katab nii jäätmeoidla kasutusperioodi kui ka sulgemisjärgse pikaajalisema perioodi. Selle raames hinnatakse ka keemiliselt aktiivseid jäätmeid sisaldavate hoidlate võimalikku ohtlikkust, olenemata jäätmete klassifitseerimisest nõukogu direktiivi 91/689/EMÜ (1) kohaselt ohtlikeks jäätmeteks või tavajäätmeteks.

#### **Artikkel 4**

Punkt 1. Liikmesriigid hindavad jäätmeoidla struktuuri terviklikkuse kadumisest või hoidla ebaõigest käitamisest tuleneva rikke tagajärgi vastavalt punktidele 2, 3 ja 4.

Punkt 2. Ohu tekkimise tõenäosus inimeste elule või tervisele loetakse ebaoluliseks või mitte-tõsiseks, kui teised inimesed peale jäätmeoidla käitamisega seotud töötajate, kes võivad olla ohustatud, ei viibi pidevalt või pikaajaliselt võimalikus ohupiirkonnas.

Punkt 3. Võimalik oht keskkonnale loetakse mittetõsiseks, kui

- a) võimaliku saasteallika intensiivsus väheneb oluliselt lühikese aja jooksul;
- b) rike ei põhjusta püsivat või pikaajalist keskkonnakahjustust;
- c) kahjustatud keskkonda on võimalik ennistada väiksemate puhastus- ja taastustöödega.

Punkt 4. Võimaliku ohu tuvastamisel inimeste elule või tervisele või keskkonnale võetakse arvesse võimaliku mõju ulatuse konkreetsete hindamistulemused ahela allikas→levikutee→vastuvõtja kontekstis. Kui allika ja vastuvõtja vahel levikutee puudub, ei klassifitseerita asjaomast jäätmeoidlat A-kategooria jäätmeoidlaks struktuuri terviklikkuse kadumisest või hoidla ebaõigest käitamisest tuleneva rikke põhjal.

#### **Artikkel 6**

Punkt 1. Puistangu varingu korral käsitatakse liikuvat jäätmemassi eluohtlikuna, kui inimesed asuvad liikuva jäätmemassi ulatuses.

Punkt 2. Võimaliku ohu hindamisel inimeste elule ja tervisele tuleb arvesse võtta vähemalt järgmisi tegureid:

- a) jäätmeoidla suurus ja omadused, sealhulgas selle projekt;
- b) hoidlas ladestatud jäätmete kogus ja kvaliteet, sealhulgas füüsikalised ja keemilised omadused;
- c) puistangu nõlva kaldenurk;
- d) põhjavee puistangusisese kogunemise tõenäosus;
- e) maa-alune stabiilsus;
- f) topograafia;
- g) vooluveekogude, rajatiste, ehitiste lähedus;
- h) kaevanduskohad;
- i) kõik kohaspetsiifilised tegurid, mis võivad oluliselt suurendada struktuuri ohtlikkust.

#### **Artikkel 7**

Punkt 1. Direktiivi 2006/21/EÜ III lisa teises taandes nimetatud teatav piir määratakse kuivaine põhjal arvutatud massi suhtena.

Punkt 3. Kui lõikes 1 nimetatud suhtarv jääb 5% ja 50% vahele, klassifitseeritakse jäätmeoidla A-kategooria alla.



Kõnealust jäätmeheidlat ei pea aga klassifitseerima A-kategooria alla, kui see on põhjendatud kohaspetsiifilise riskihindamisega, milles on erilist tähelepanu pööratud ohtlike jäätmete mõjule ja mis on tehtud osana klassifitseerimisest, mis põhineb struktuuri terviklikkuse kadumisest või hoidla ebaõigest käitamisest tuleneva rikke tagajärgedel, ning milles näidatakse, et hoidlat ei pea ohtlike jäätmete sisalduse põhjal A-kategooria alla klassifitseerima.

Punkt 4. Kui lõikes 1 nimetatud suhtarv on alla 5%, ei klassifitseerita hoidlat ohtlike jäätmete sisalduse põhjal A-kategooria alla.

## Artikkel 9

Käesoleva otsuse artiklid 7 ja 8 ei kehti jäätmeheidlate suhtes, mis sisaldavad üksnes püsijäätmeid või saastumata pinnast.

### 1.1.4 Direktiiv 2006/118/EÜ (põhjavee direktiiv)

Käsitleb põhjavee kaitset reostuse ja seisundi halvenemise eest.

## Artikkel 5

Punkt 5. Kui on vaja hinnata põhjaveekogumis esineva reostatud ala mõju, mis võib ohustada direktiivi 2000/60/EÜ artiklis 4 sätestatud eesmärkide täitmist ning eelkõige punktallikatest ja saastatud pinnasest alguse saanud reostuse mõju, viivad liikmesriigid läbi tuvastatud saasteaineid puudutavaid täiendavaid kasvutendentsi hindamisi, et reostatud ala edasi ei leviks, ei kahjustaks põhjaveekogumi keemilist seisundit ega kujutaks endast ohtu inimese tervisele ja keskkonnale.

### **Eesti ja EL nõuete järgselt Kukuruse keskkonnamisjäätmehoidla ja ohtude hindamisel on oluline:**

- Kukuruse kaevandusjäätmeheidlase paigutatud aheraine pole ohtlik jääde, saastunud pinnas tekkis seal aheraine mittetäielikul põlemisel (utmisel) ja võis lisanduda ka eelmise aastatuhande seitsmekümnendatel aastatel läbiviidud kustutustööde tagajärjel.
- Kaevandamisjäätmeheidla ebaõige käitamise tulemusena tekkinud aheraine süttimine on ainus võimalus suurõnnetuse tekkeks. Kukurusel seni põlemata aheraine (peenpõlevkivi) koguseks on hinnatud 60 000 m<sup>3</sup>[5].
- Tekkinud saastunud pinnase mõju välisõhule ja veekeskkonnale



## 2 Kukruse kaevandamisjäätmeoidla paiknemine ja varasemad korrastustööd

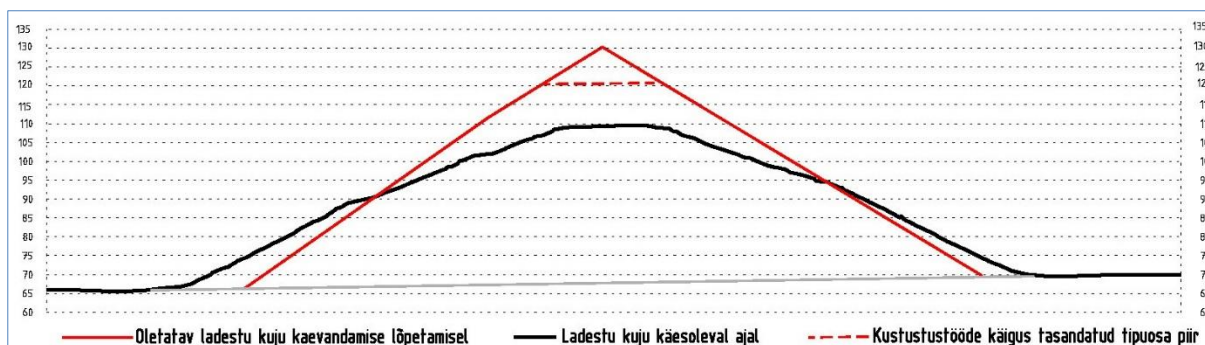
Kukruse kaevandamisjäätmeoidla (joonis 2, edaspidi ka aherainepuistang) asub suletud Kukruse põlevkivikaevanduse kohal Ida-Viru maakonnas, Toila valla Peeri külas Vulkaani maaüksusel (32001:001:0174, mis on maa sihtotstarbe järgi 100% jäätmeoidla maa). Kukruse aherainepuistang moodustus põlevkivi aheraine ladustamisel eelmise aastatuhande viiekümnen-date ja kuuekümnendatel aastatel. Kukruse aherainemägi põles aastatel 1967-1972 ja 1976-1977.

Kukruse kaevandamisjäätmeoidla alal eelmise aastatuhande seitsmekümnen-date aastate lõpus läbiviidud kustutustöödega kujundati esialgne aherainepuistang laugemaks ja Kukruse küla poolset puistangunõlva alumine osa kaeti täiendava kattekihiga (nähtav foto 1 ülemisel ja keskmisel pildil, tõenäoliselt tuhk ja aheraine). Peale eelmise aastatuhande üheksakümnen-date aastate algul läbiviidud kustutustööd oli Kukruse kaevandamisjäätmeoidla lõunanõlva laugemal nn „sadulaalal“ näha üksikud veeauru ja gaaside lõõrid ja põhjapoolsel alal nn „kül-mad“ vajumislõhed. Kukruse kaevandamisjäätmeoidla nn „sadulaala“ kuumenemiskoht on foto 1 keskmisel pildil näha musta laiguna ja ilmselt ei olnud seal kustutustööd sama edukad kui aherainepuistangu teistes osades.

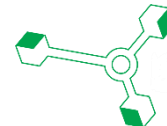
Kustutustöödel kasutatud lahendus (takistada õhu juurdepääsu põlengule aherainemäe sise-muses ja võimalik, et ka kaevanduskäikudes) lõplikult põlengut ei kustutanud. Õhu juurde-pääsu piiramiseks kasutatud katendilahendusse vajumiste tagajärjel tekkinud lõhed võisid taas hoogustada protsesse aherainepuistangu sügavuses säilinud kuumenemiskolletes.

Kukruse põlenud aherainepuistangu geoloogilist ehitust ja temperatuuride levikut puistangu sisemuses uuriti esmakordselt 2003 aastal nn „sadulaalale“ rajatud puurauguga nr KK [8]. Põh-jalikud Kukruse puistangu geoloogilised/ geotehnilised uuringud (puuraukude paiknemine vaata joonis 1) viidi läbi aastatel 2014-2015, ala korrastamise ettevalmistamise käigus [5] ja 2017 aastal Kukruse mäest eralduvate gaaside mõõtmiseks rajatud puuraukudega [3].

Joonisel 1 toodud kõrgusprofiilil on näidatud Kukruse aherainepuistangu oletusliku esialgse kuju ja 2014 aasta kuju võrdlus [5], mis näitab ilmekalt ka eelmise aastatuhande seitsmeküm-nendate aastate lõpus aherainepuistangu tipu ja nõlvade laugemaks tegemist kustutustööde käigus.



Joonis 1 Kukruse aherainepuistangu oletusliku esialgse kuju ja 2014 aasta kuju võrdlus [5]



Joonis 2 Kukuruse kaevandamisjäätmeohidla ja erinevate uuringute puuraukude paiknemine

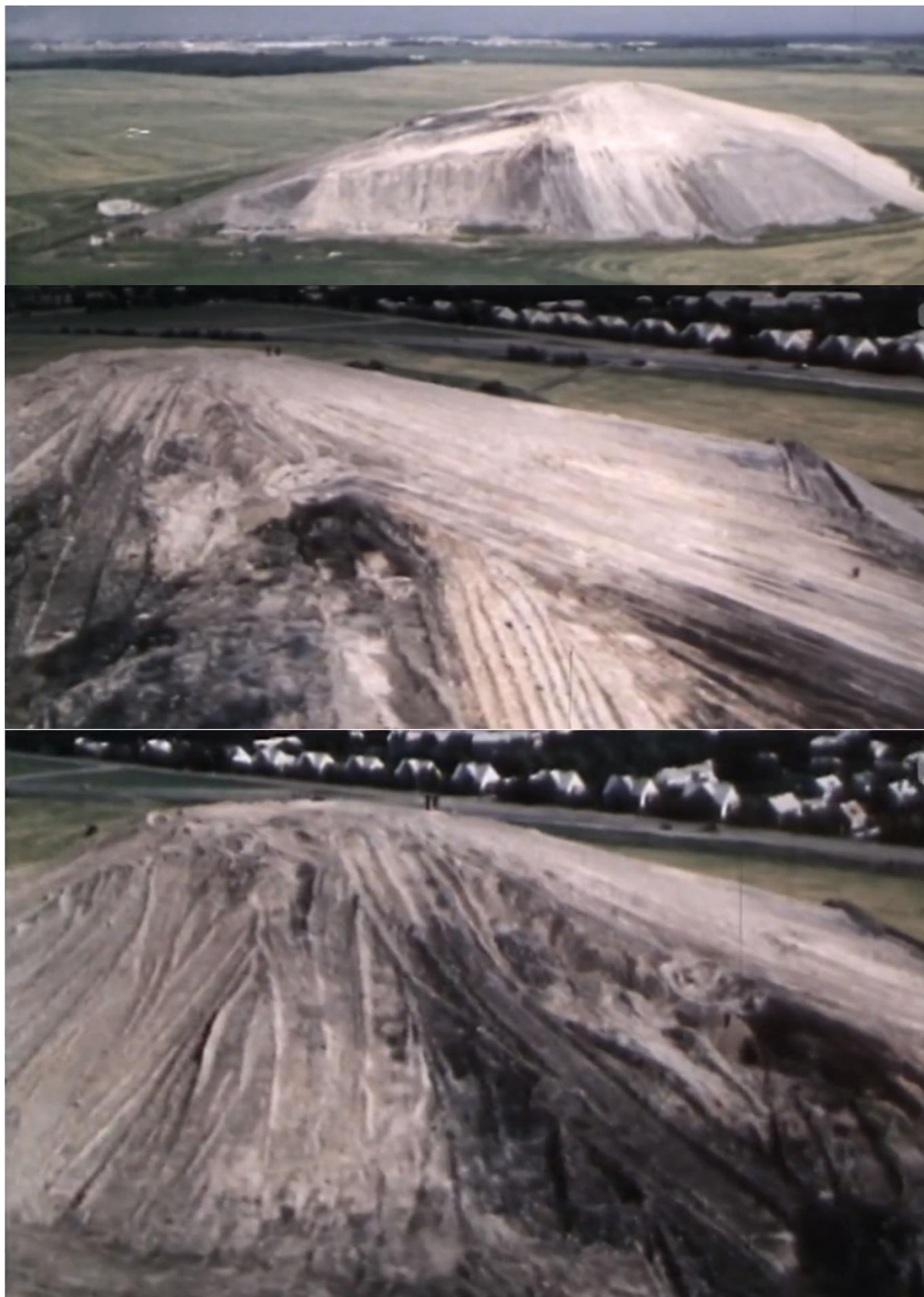


Foto 1 Kukuruse põleva aherainepuistangu kustutamine seitsmekümnendate aastate lõpus (Allikas: <https://etvpluss.err.ee/1072256/jeko-logichno>)



### 3 Kukruse kaevandamisjäätmeid ruumikuju muutuste ja deformatsioonide analüüs

Kukruse kaevandamisjäätmeid ruumikujude põhjalik analüüs on tehtud aruandes „Suletud kaevandamisjäätmeid seisukorra hindamine“ [15] kasutades Maa-ameti LIDAR kõrguspunkte aastatest 2009, 2013, 2016, 2017, 2018, 2019.

Eesmärgiks oli selgitada, kas ja kus kohtades ning mis ulatuses on eri aegade kõrgusmodelite abil tuvastatav Kukruse kaevandamisjäätmeid kuju muutused, et hinnata jäätmeid stabiilsust ja täpsustada termopildistamise, temperatuuride kontaktmõõtmiste ja pinnaseproovide vajadust ja kohti.

Käesolevas ekspertarvamuses täiendati seda varem tehtud analüüsi [15] 2020 aasta septembris Maa-ameti poolt karjäärade aerokontrolli käigus tehtud Kukruse ülelennu LIDAR punktide andmetest moodustatud pinna abil.

**Tabel 1 Kasutatud Maa-ameti LIDAR kõrgusandmed ja kõrgusmodelid**

Koht	Nr 2000	Nr 10000	LIDAR kõrguspunktide aeg, alates aastast 2017 on ülelennu kõrguspunktide arv mitmekordne	Kasutatud tiff kõrgusmodelid
Kukruse	588689	64884	2020, 2019, 2018, 2017, 2016, 2014, 2013, 2009	2018, 2017

2012 aasta kaevandamisjäätmeid inventuuri [1] käigus Maa-ametist ostetud LIDAR kõrguspunktidest tehtud Kukruse kõrgusmodel oli vanas BK77 kõrgussüsteemis. Kuna 2012 aasta inventuuri [1] käigus Maa-ametist ostetud LIDAR kõrguspunktidest koostatud Kukruse kõrgusmodel ja 2015 aasta 3D pinnamodel [5] olid vanas kõrgussüsteemis, liideti neile võrdluse ühtlustamiseks 0.18 m.

Kõik LIDAR punktide kõrgusmodelid ja erinevate kõrgusmodelite pindade võrdlused, profiilid ja arvutused tehti *Datamine Discover + MapInfo Pro Advanced* programmi abil.

Viimaste aastate 2018, 2019, 2020 LIDAR lendude järgsed kõrgusmodelid on omavahel hästi kokkusobivad ja praeguste andmete järgi on Kukruse põlenud aherainepuistangu ruumikuju püsinud stabiilne, olulisi muutusi ja deformatsioone 2009–2020 perioodi kõrgusmodelites ei eristu.

Arvutuste järgi on mäetipu kõrgus stabiilne (vaata tabel 2) ja erinevused jäävad enamasti LIDAR mõõtmisvea piiridesse. Kukruse aherainepuistangu all olevad kaevanduskäigud võivad olla kaevandamisjäätmeid raskuse tõttu ja kaevanduskäikude põlengu tõttu juba kinni vajunud ja aherainepuistangu all säilinud kaevandustühemike täiendavad vajumised ruumikujude võrdluses ei kajastu.

Kukruse põlenud aherainepuistangu 2019 aasta LIDAR mudelis piiritleti polügoonina absoluutkõrguste vahemik 109–110 m ja sellise polügooni kõrgusnäitajad on toodud tabelis 2.

**Tabel 2 Kukruse 2019 aasta LIDAR lennu 109–110 m polügooni kõrgused meetrites eri aegadel**

Polügooni näitajad	2009 LIDAR	2013 LIDAR	2014 3D [5]	2016 LIDAR	2017 LIDAR	2017 TIFF	2018 LIDAR	2018 TIFF	2019 LIDAR	2020 LIDAR
Minimaalne	108.97	108.79	108.82	108.84	108.78	108.78	108.95	108.95	109.00	108.87
Maksimaalne	109.71	109.62	109.77	109.63	109.67	109.66	109.68	109.68	109.69	110.81
Keskmine	109.42	109.29	109.32	109.25	109.34	109.34	109.33	109.33	109.34	109.38
Mediaan	109.45	109.32	109.34	109.27	109.38	109.38	109.34	109.34	109.35	109.42



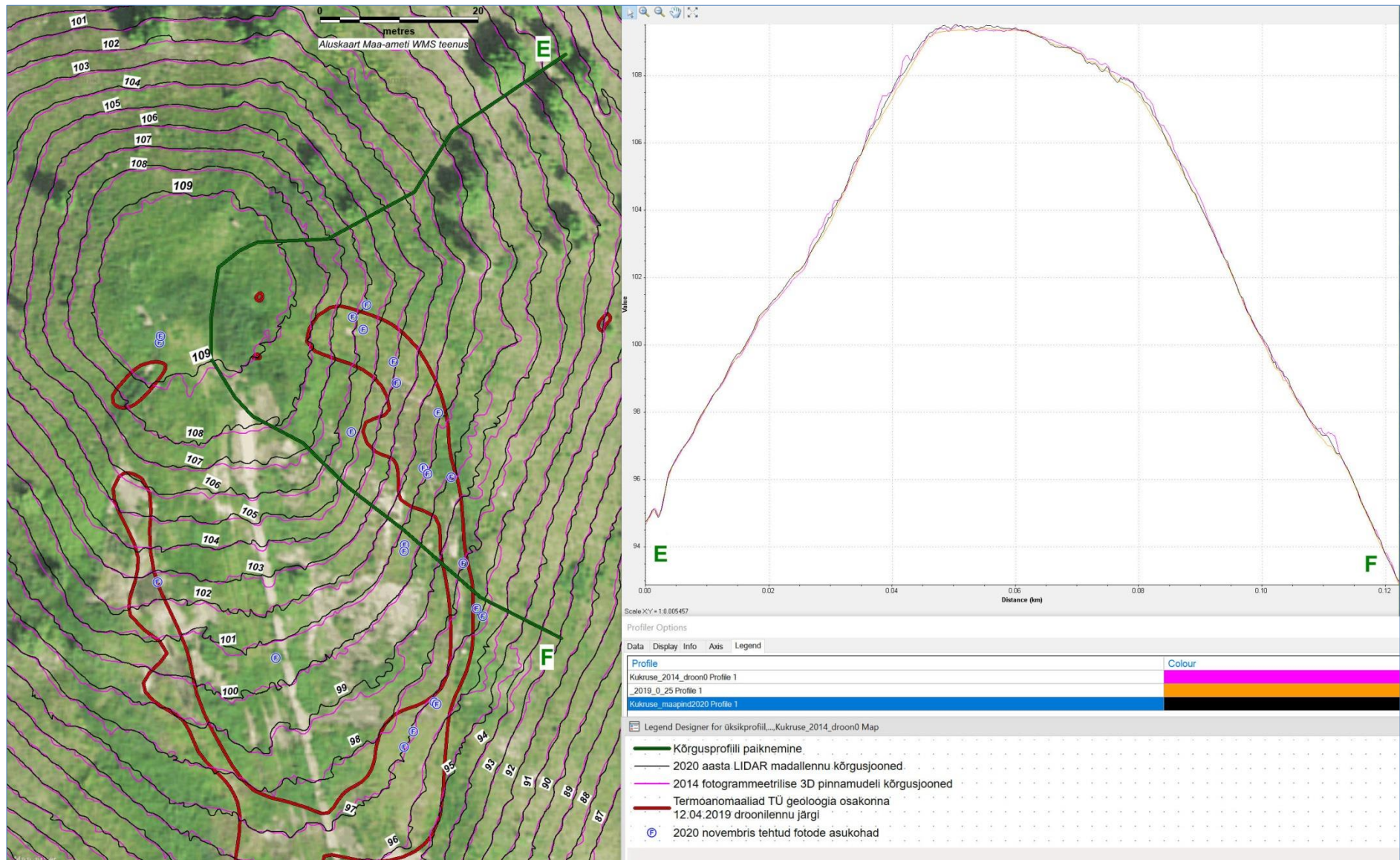
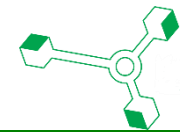
Kukruse kaevandamisjäätmeoidla põhjanõlval olev kaarjas nn „sissevajumiste“ ala näitab eelmise aastatuhande korrastustööde järgset vajumist ja tollast ebastabiilsust, tõenäoliselt tekisid need deformatsioonid eelmise aastatuhande kaheksakümnendate aastate lõpus.

Tehtud kõrgusmudelid põhjanõlval oleva nn „sissevajumiste“ ala külmade vajumislõhede laienemist ei näita, kuid välistatud ei ole uue analoogse nn „sissevajumiste“ ala teke puistangu lõunapoolsel nõlval oleva termoanomaalia asukohas<sup>1</sup> (joonis 3).

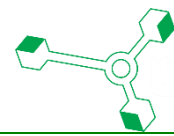
Kukruse kaevandamisjäätmeoidla ruumikujude võrdlemisel ei täheldatud kaevandamisjäätmeoidlate ruumikuju muutusi ja deformatsioone, mis vaatlusperioodil (2009-2020) oleks tingitud puistangute sisemuses toimuvatest protsessidest ja ohustaksid Kukruse kaevandamisjäätmeoidla stabiilsust.

---

<sup>1</sup> Pinnase temperatuuri kontaktmõõtmistel täheldati seal paljudes uuringupunktides tühimike olemasolu.



Joonis 3 Kukruse maapinnaprofiil E-F 2014 aasta fotogrammeetrilise 3D pinnamudeli, 2019 ja 2020 LIDAR kõrgusmodelite järgi



## 4 Kukruse kaevandamisjäätmeoidla termoseire ja kuumenemiskoldded

Infrapuna kaameraaga varustatud drooniga termoseire Kukruse põlenud aherainepuistangul viidi läbi 12.04.2019 kaevandamisjäätmeoidlate inventeerimisnimestiku ajakohastamise raames [15]. Kaamera poolt salvestatava ühe termopildi resolutsioon oli 640 x 512 pikslit ja üksikpildid monteeriti kokku üldpildi saamiseks. Tartu Ülikooli Geoloogia osakonna poolt tehtud termospildistamise aruanne on toodud aruande „Suletud kaevandamisjäätmeoidlate seisukorra hindamine“ [15] lisas 1. Nimetatud aruandes piiritletud termoanomaalsed alad on esitatud ka käesoleva aruande joonistel.

Drooniga termopildistamine on olemas ka aastast 2017, AS Kobras poolt tellitud tööna [6]. Aastate 2017 ja 2019 termoseire videofilmide võrdlus olulist temperatuuritõusu võrdluspriodil ei täheldanud.

Drooniga piiritletud Kukruse termoanomaalsetel aladel tehti 12.04.2019 ning 23.11.2020 pinnase temperatuuri kontaktmõõtmised maapealt termokaameraaga vaatlustel leitud kõrgema temperatuuriga kohtades. Pinnase temperatuuri kontaktmõõtmised tehti kangiga pinnasesse süvistatud eri sügavusega sondeerimisaukudes või madalate käsitsi kaevatud proovivõtu šurfi põhjast süvistatud sondeerimisaukudes.

Pinnase temperatuuri kontaktmõõtmisteks kasutati kahemeetrise roostevaba metallvarda otas olevat kontrollitud ja kalibreeritud metalltermomeetrit TEMP101. Selle temperatuuri mõõtva osa pikkus on 5 cm, temperatuuri eraldusvõime on 0.1 °C ja täpsus 1 °C.

Aastate 2019-2020 pinnase kontaktmõõtmiste üldistatud andmed on esitatud tabelis 3, mõõtmiskohtade paiknemine ja mõõdetud maksimumtemperatuurid on toodud joonisel 4. Temperatuuri mõõtmiste kirjeldused ja tulemused on toodud eksperthinnangu lisas 1.

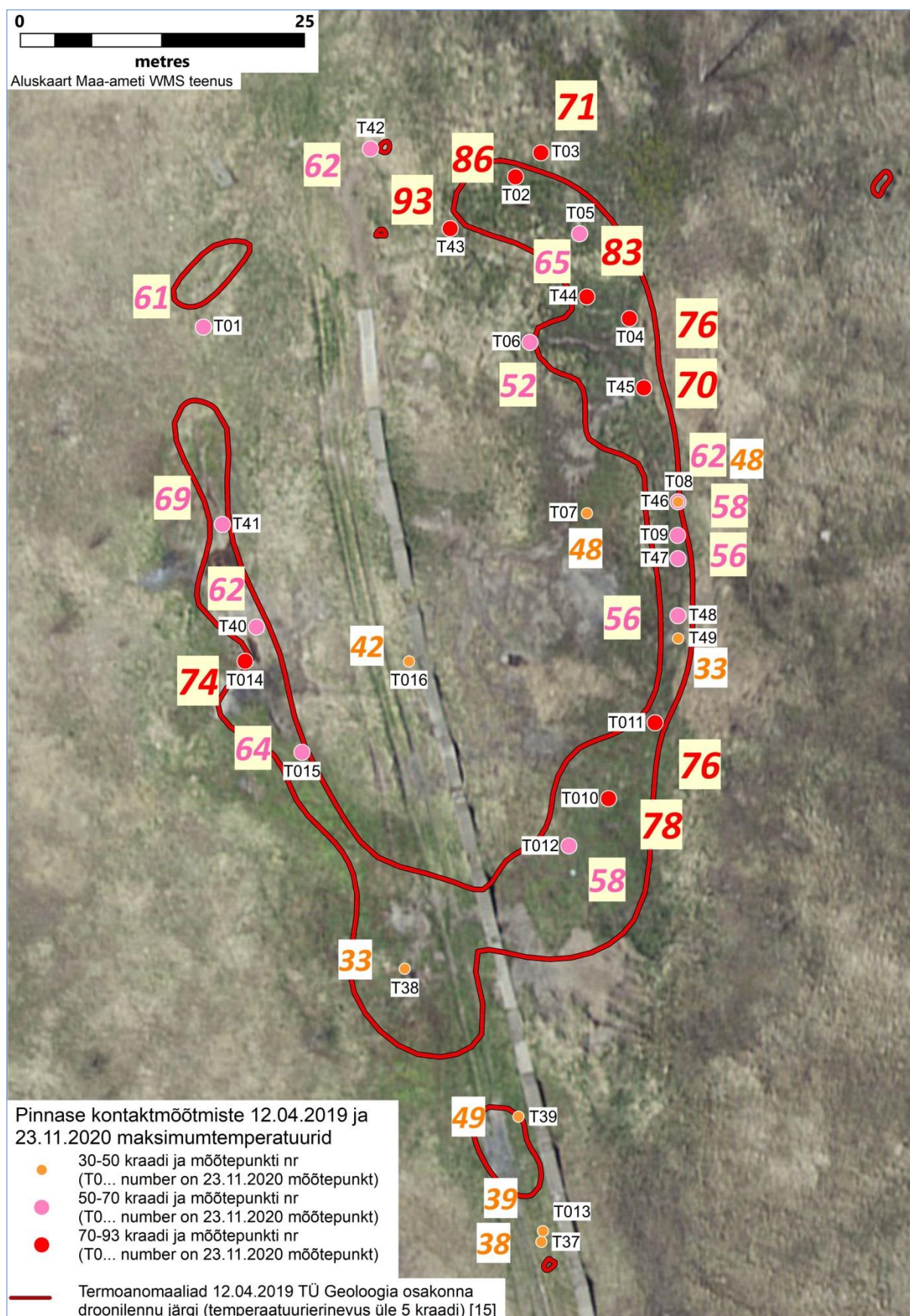
**Tabel 3 Pinnase temperatuurid Kukruse kaevandamisjäätmeoidla**

Mõõtmiskoht ja aeg	Temperatuuri mõõtmiskohad, keskmine sügavus (m) ja temperatuur (°C) (sulgudes min-max), T1 on maapinnale lähim ja T2 on sügavaim					Märkused
	Mõõtmiste arv	T1		T2		
Kukruse 12.04.2019	13	0.22	55.5 (28.0–88.8)	0.95	58.3 (32.9–93.0)	Mõõtmispunktides T37, T42, T02, T08, T010, T012, T014, T015 ja T016 esines maa all tühemikke
Kukruse 23.11.2020	15	0.3	53.1 (22.0–86.0)	1.06	61.9 (38.6–86.0)	

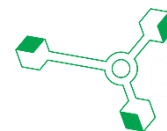
Pinnase temperatuuri kontaktmõõtmisteks valiti maapealsel lähivaatlusel termokaameraaga tuvastatud kõige kõrgema temperatuuriga kohad. Asukoha järgi kokkulangeva uuringupunkt T46 temperatuurid olid 12.04.2019 59-62 °C ja 23.11.2020 uuringupunkt T08 mõõdetud temperatuurid olid 47-48 °C.

Aastate 2019-2020 mõõtmistest saab järeldada, et anomaalsete temperatuuridega alade ümberpaiknemised ja mõõdetud maksimumtemperatuuride muutused võivad olla tingitud aherainepuistangus olevate lõhede kaudu levivate gaaside (enim veeaur) väljumiskohtade ümberpaiknemisest.

23.11.2020 novembris oli uuringupunktide T010 ja T011 juures jälgitav olukord, kus kangiga löödud mõõteaugust hakkas väljuma veeaur, enne kangiga augu tegemist nähtavas koguses veeauru maapinnast ei väljunud.



Joonis 4 Kukruse aherainepuistangu pinnase temperatuuri kontaktmõõtmised 2019-2020



Pinnase temperatuuride kontaktmõõtmiste võrdluseks on Kukruse kaevandamisjäätmeoidla alal olemas andmed aastatest 2012 [1] ja 2014 [5].

2012 aastal tehti Kukruse kaevandamisjäätmeoidla alal neli pinnase temperatuuri kontaktmõõtmist Sompa uuringualaga võrdluse saamiseks. Neist vaid kaks mõõtmist jäid Kukruse termoanomaalsele alale.

2014 aasta tehti pinnasetemperatuuri kontaktmõõtmisi kokku 58 ja need paiknevad ühtlaselt profiilidena üle Kukruse mäe ja mõõtmistulemuste põhjal esitati 1 m sügavusel oleva pinnase isothermid kaart [5]. Need 2014 aasta detsembri mõõtmiste järgsed isothermid on toodud joonisel 5. Isothermid ei kontuuri Kukruse kuumenemiskoldeid detailselt<sup>2</sup>, kuid annavad üldjoontes 2019 termopildistamisega kokkulangeva ülevaate. 2015 aasta Kukruse A-kategooria jäätmeoidla korrastamiseks ettevalmistava projekti teostatavusuuringus [4] öeldakse: võib eeldada, et aherainepuistangu keskmes olev põlemiskolle on nüüdseks jahtunud ning temperatuur jääb seal ilmselt vahemikku 80-150°C[4].

Võrreldes Kukruse kaevandamisjäätmeoidla alal aastal 2014 tehtud [5] temperatuurimõõtmistega puuraukudes (joonis 5), olid pinnase temperatuurid 2019-2020 endiselt kõrged, maksimumtemperatuuriks saadi 93 °C. Üle 100 kraadise pinnase temperatuuri korral tekiks aherainemäe isesüttimise oht<sup>3</sup> [3].

2019-2020 mõõdetud pinnasetemperatuurid ei näita ohtlikku temperatuuritõusu Kukruse kaevandamisjäätmeoidlas, kuid johtuvalt rohke veeauru olemasolust, ei kajasta mõõdetud temperatuurid ilmselt maksimaalseid pinnasetemperatuure Kukruse põlenud aherainemäe sees.

#### 4.1 Temperatuuriseire vajadus Kukrusel

Kukruse kaevandamisjäätmeoidlas pole püsipunktidega pinnase temperatuuriseiret, on eri aastate uuringute käigus tehtavate termopiltide ja pinnase temperatuuri kontaktmõõtmistega võimalik selgitada vaid suuremaid temperatuurimuutusi, kui mõõtetulemuste erinevused on suuremad mõõteaegade taustatemperatuuride erinevusest.

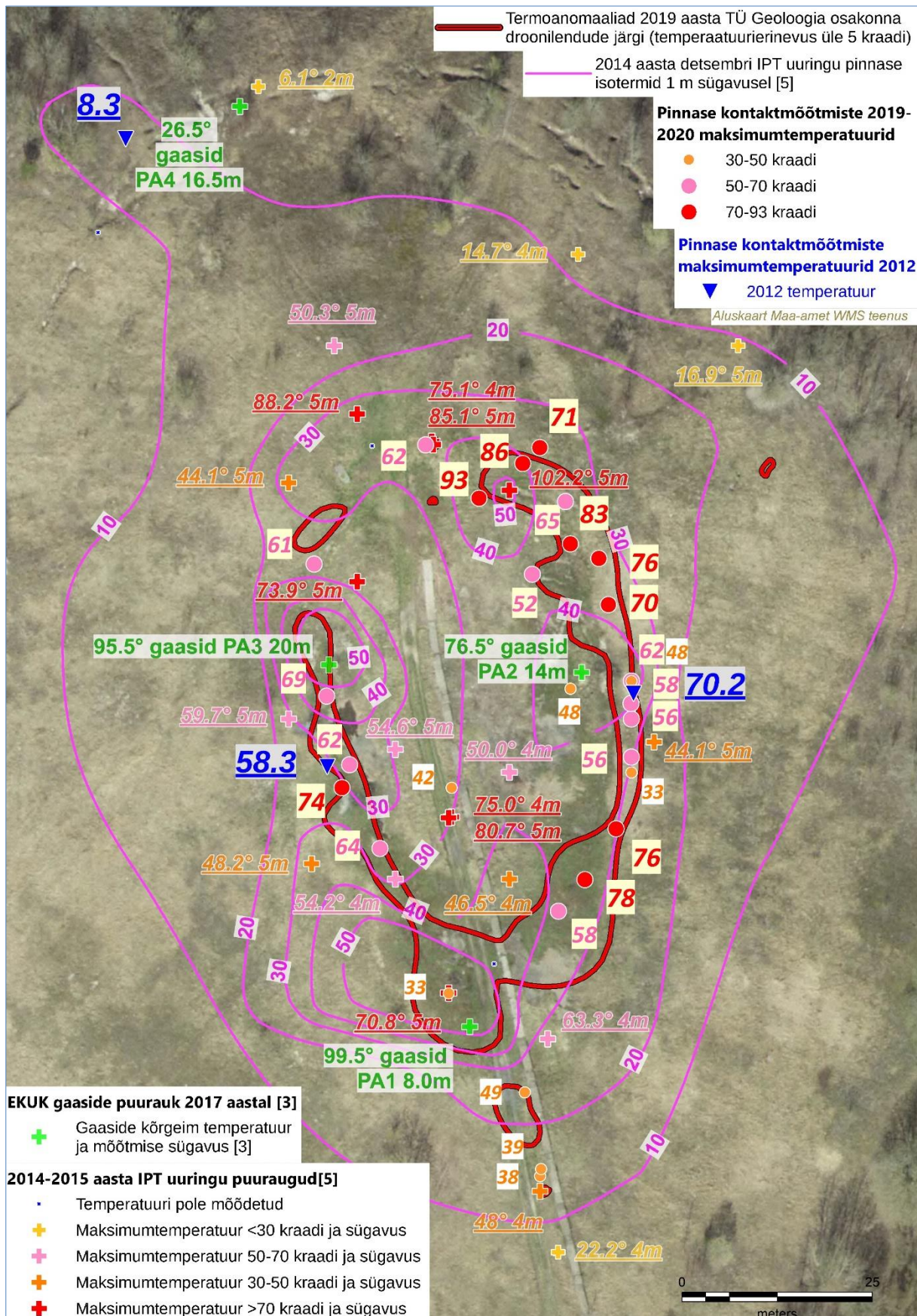
Temperatuuri muutuste trendide hindamisel on eri aastate ja aastaegade temperatuurimõõtmiste korral vajalik taustatasemetega parandusega arvestamine. See on keeruline protseduur, näiteks võib tõepäraseks pidada aasta summaarsete ja sesoonsete sademete hulga mõju pinnase temperatuuridele. Sademetevaestel aastatel võib väljuvates gaasides veeauru olla vähem ja see mõjutab maapinnal mõõdetavaid temperatuure.

Kukruse temperatuuriseire üldiseks eesmärgiks on saada teada, kas põlenud aherainepuistangus on temperatuuride tõus, need on stabiilsed või langevad. Temperatuuriseire iseloomustab Kukruse aherainepuistangus toimuvaid protsesse ja võimaldab jooksvalt kontrollida ning ennetavalt vältida puistangu süttimist.

Süttimise ennetamiseks on parem kasutada ala kohapealset regulaarset ülevaatus, seda ei asenda aerofotod, sest ülelendunud tehakse eri aegadel ja taimestik on oluline segav mõjur aerofotode detailsel võrdlemisel.

<sup>2</sup> Selleks on vaja rohkem mõõtmisi ja termokaameraga kaardistamist.

<sup>3</sup> Mitteametlikult on 2017 a kevadel prof. K. Kirsimäe poolt mõõdetud lõhedes temperatuure kuni 150 °C [3].



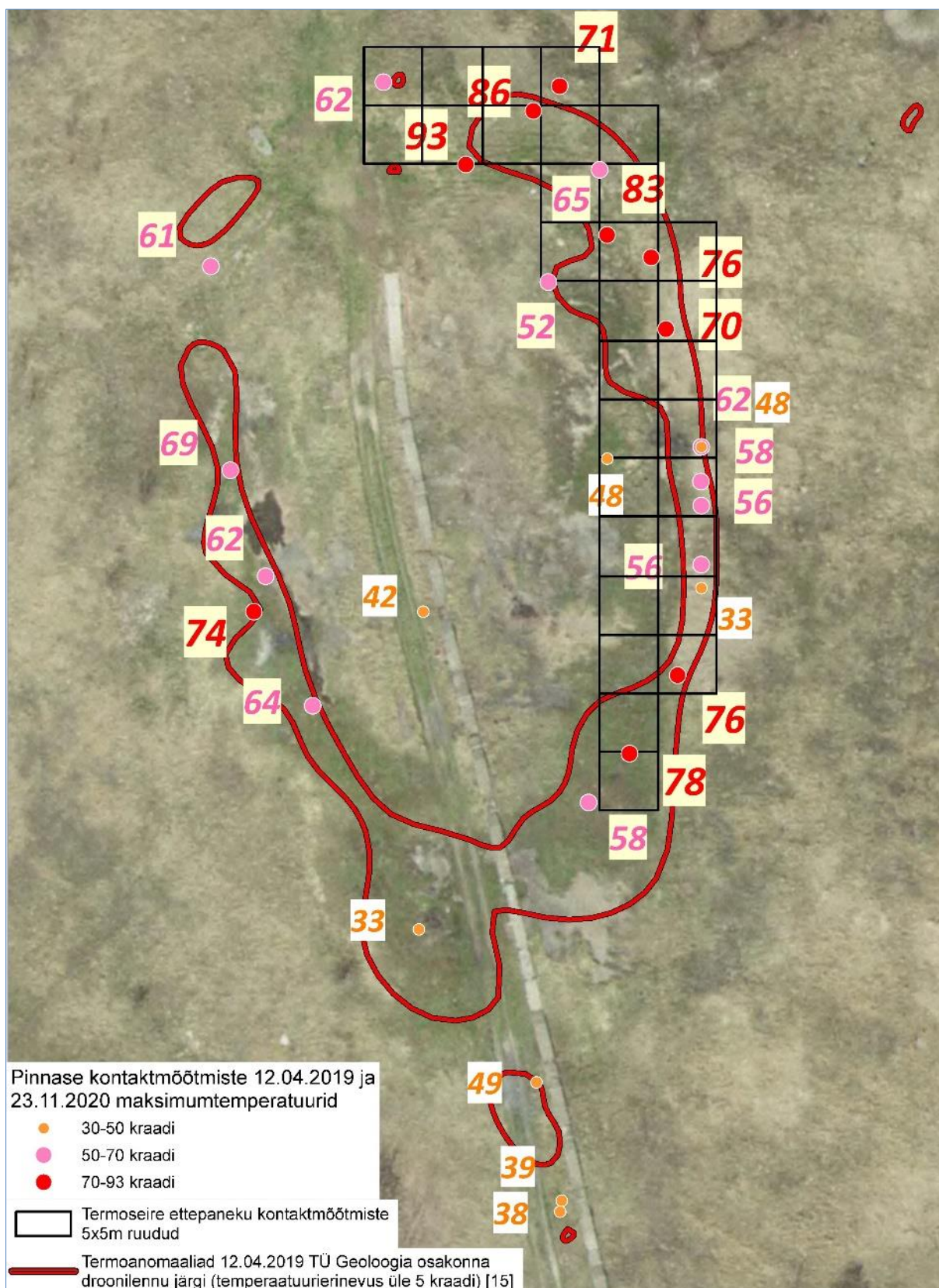
Joonis 5 Kukuruse põlenud aherainepuistangu varasemate aastate ja 2019-2020 pinnase temperatuurid



Kukuruse kavandatava temperatuuriseire eri variantide kirjeldused on toodud tabelis 4, võimalikud on ka eri seirevariantide kombinatsioonid.

**Tabel 4 Pinnase temperatuuriseire variandid**

Näitaja või oluline asjaolu	Perioodiline termopildistamine droonilt	Pinnase temperatuuri kontaktmõõtmised seireruudustikus (vaata joonis 6)	Pinnase temperatuuri kontaktmõõtmine püsianduritega
Seiresamm	3-5 aastat	2-3 aastat	pidevmõõtmine
Seiretulemuste sesoonne sõltuvus	Suur, mõõdetakse pinnatemperatuuri ja raske on tagada lende samade keskkonnatingimuste juures. Lennu aegsete keskkonnatingimuste järgi paranduste tegemine on keeruline.	Keskmine, johtub peamiselt seireaja sesoonsest erinevusest (pinnasetemperatuur ca 1 m sügavusel). Tõenäoliselt on külma aastaaja pinnasetemperatuur ülemises meetrises kihis kuni 5 kraadi madalam võrreldes sooja aastaajaga.	Väike, mõõdetakse pinnasetemperatuuri ca 3 m sügavusel aastate ja sesoonsete temperatuurierinevuste vähendamiseks.
Ala kaetus mõõtmistulemustega	Suurepärane.	Piiritletud seireruudustikuga uuringuala (joonis 6).	Vaid ca 5 seirepunkti.
Seire läbiviimine	Keeruline, lennu ajastamine võrreldavate tulemuste saamiseks on raske, teostada tuleb lennuaegne temperatuuri kalibreerimine eri aastate võrdluse võimaluse tagamiseks.	Suhteliselt lihtne, piiritletud uuringualal mõõdetakse täppis GPS ruudustikus ca 30-1 mõõtekohal igakordselt pinnasetemperatuur mõõteruudu kõrgeima pinnatemperatuuriga kohas (mõõtekoht määratakse käsitermokaameraga).	Lihtne, vaid temperatuuriandurite paigaldamine soovitud sügavusele on ühekordne keerulisem töö.
Seireandmete võrdlus ajas	Mahukas, spetsiaaltarkvara ja oskusi nõudev termopiltide järeltöötlus eri aastate võrdluseks. Johtuvalt tarkava muutustest võib tekkida raskusi aastate võrdluseks.	Suhteliselt lihtne, seireala eri aastate keskmised ja maksimumtemperatuurid on statistiliselt piisavalt esinduslikud eri aastate võrdluseks.	Lihtne kuna tehakse pidevmõõtmisi. Kui seirekoht tuleb mingil põhjusel ümber paigutada, saab uue koha näidud siduda eelnenud seireperioodiga.
Kaasnev informatsioon	Droonilendudest saab lisateave aherainepuistangu kujumuutustest, seda juhul kui selline arvutus kuulub seireülesandesse.	Saadakse lisateave termoanomaalse ala mõõtmiskohtade tühikutest.	Kuna käiakse 2-4 korda aastas kohal, on võimalik dokumenteerida ala visuaalne ülevaatus, et jooksvalt kontrollida ja ennetavalt vältida puistangu süttimist.
Maksumus ja seire korraldus	Ebaselge, sõltub tehnilistest arengutest, hinnanguliselt 10000-20000 EUR üks seirekord.	Orienteeruvalt ca 4000 EUR üks seirekord	Orienteeruvalt 3000 EUR aastas + ühekordne andurite maksumus (5 tk) ja paigaldus ca 5000-6000 EUR



#### Joonis 6 Temperatuuri seireruudustiku variant

**Järeldused.** Eelistatuim on pinnase temperatuuri kontaktmõõtmine püsianduritega, sest see on seireperioodil sõltumatu seire läbiviija poolsest nn inim- ja looduslikest teguritest ja võimaldab saada ka dokumenteeritud visuaalse ülevaatuse protokoll. Pinnase temperatuuri püsiandurite tulemusi saab võrrelda põhjaveeseire temperatuuriandurite teabega.



Termopildistamise ja seireruudustiku kontaktmõõtmiste tulemused on paratamatult rohkem sõltuvuses seire läbiviimisaja ja seiretegija poolt kasutatud konkreetsest seiremetoodikast ja väikesed mõne kraadised muutused võivad jääda nn seirevea piiresse.

Arvestades seireala suhtelist väiksust on perioodilised või pidevad pinnase kontaktmõõtmised piisavalt iseloomulikud.

## 5 Ohtlikud ained Kukuruse kaevandamisjäätmeoidla pinnases

Kaevandusjäätmeoidlasse paigutatud aheraine pole ohtlik jääde, saastunud pinnas tekkis seal alles aheraine mittetäielikul põlemisel (utmisel), neid võis lisanduda ka kustutustööde tagajärjel olukorras kui kõik orgaanika ei põlenud lõpuni.

Varasemate põhjalike uuringute käigus analüüsitud ainetega võrreldes kontrolliti käesoleva 2020 aasta eksperthinnangu pinnaseuuringus BTEX ühendite benseen, toluen, ksüleenid (o-ksüleen ja m/p-ksüleen) ja etüülbenseeni sisaldusi kuumenemiskollete veeauru väljumislõõride ümbruses. Varasemates uuringute käigus puuraukudest võetud pinnaseproovides oli tehniliselt raske saada korrektset BTEX ühendite sisaldust, kuna tigupuurimisel ja puurinstumendi väljavõtmise ajal lendub osa BTEX ühendeid puurimisel kuumenenud pinnasest.

Käesoleva pinnaseuuringu käigus sooviti saada lisateavet BTEX ühendite sisaldustest kõige ülemises pinnasekihis. 23.11.2020 võeti kokku 5 BTEX pinnaseproovi kohapeal soojuskaameras nähtavasse kõrgema temperatuuriga kohta käsitsi kaevatud 0.3–0.4 m sügavustest šurfidest. Proovikohas mõõdeti pinnase temperatuurid.

Pinnase laborianalüüside tulemused on toodud tabelis 5, pinnaseuuringu punktide nimekiri ühes põhiandmetega on käesoleva aruande lisas 2, proovivõtukohtade paiknemine on esitatud joonisel 7.

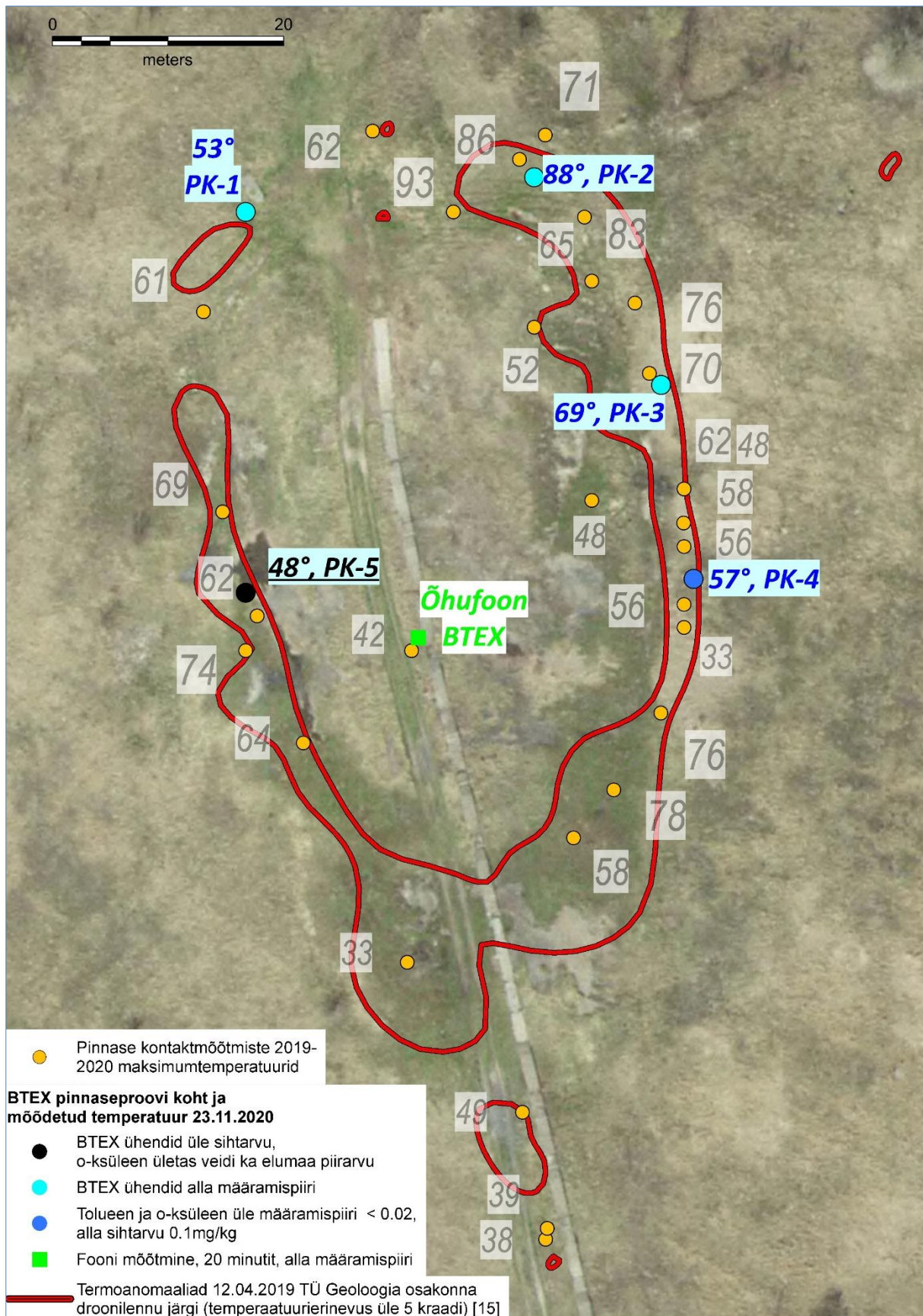
Pinnaseproovide võtmisel lähtuti standardist ISO 18400-102 ja võetud proovid analüüsiti kõik EKUK laboris (EAK poolt akrediteeritud katselabor reg nr L008, <http://www.eak.ee/?pageCus=akr&id=11>).

Proovid võeti vastavalt EKUK standardtööjuhendile STJ nr P2 „Pinnaseproovide võtmine“. Rikukumata struktuuriga pinnaseproov BTEX ühendite analüüsimiseks võeti surfi seinast ja pandi koheselt metanooli sisse.

Välisõhus olla võivate BTEX ühendite mõju selgitamiseks pinnaseproovide tulemustele sooritati vastavalt EKUK standardtööjuhendile STJ nr P2 „Pinnaseproovide võtmine“ foonimäärang. Sellest 20 minutit avatult seisund viaalist tehtud nn „foonimäärangus“ jäid kõik BTEX tulemused alla labori määramispiiri.

Pinnase BTEX analüüsitulemusi võrreldi keskkonnaministri 28.06.2019 määruse nr 26 „Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases“ nõuetega. Määruse järgi näitab sihtarv ohtliku aine sellist sisaldust pinnases, millega võrdse või väiksema väärtuse korral loetakse pinnase seisund heaks. Piirarv näitab ohtliku aine sellist sisaldust pinnases, millest suurema väärtuse korral loetakse pinnas saastunuks.

Keskkonnaministri 28.06.2019 määruse nr 26 järgi kehtivad kaevandamisjäätmeoidla alal tööstusmaa piirarvud, võrdlus elumaa piirarvudega on toodud lisainformatsioonina ala võimaliku muu kasutusotstarbe jaoks. Kukuruse põlenud aherainepuistangu maa on sihtotstarbe järgi 100% jäätmeoidla maa.



Joonis 7 Käesoleva töö raames võetud BTEX pinnaseproovide kohad ja pinnase temperatuurid



Tabel 5 Kukuruse 23.11.2020 pinnaseproovide analüüsitulemused

Aine	Keskkonnaministri 28.06.2019 määrus nr 26.  Sihtarv, piirarv elumaal ja piirarv tööstusmaal .	Proovivõtukoht, proovi sügavus ja akti number					
		PK-1, 0.4m	PK-2, 0.4m	PK-3, 0.3m	PK-4, 0.3m	PK-5, 0.4m	PK-5, foon
		ES20001175	ES20001176	ES20001177	ES20001178	ES20001179	ES20001180
Benseen mg/kg KA	0.05, 0.5, 5 mg/kg KA	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	<b>0.33</b>	< 0.02
Etüülbenseen mg/kg KA	0.1, 5, 50 mg/kg KA	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	<b>2.5</b>	< 0.02
m/p-ksüleen mg/kg KA	0.1, 5, 30 mg/kg KA	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	<b>4.7</b>	< 0.02
o-ksüleen mg/kg KA		< 0.02	< 0.02	< 0.02	<b>0.037</b>	<b>5.4</b>	< 0.02
Tolueen mg/kg KA	0.1, 3, 100 mg/kg KA	< 0.02	< 0.02	< 0.02	<b>0.027</b>	<b>2.4</b>	< 0.02

Üle labori määramispiiri (0.02 mg/kg) oli BTEX ühendeid PK-4 ja PK-5 pinnaseproovides. Keskkonnaministri 28.06.2019 määruse nr 26 vastav sihtarv (benseenil 0.05 mg/kg, tolueenil ja ksüleenil ning etüülbenseenil 0.1 mg/kg) oli ületatud vaid PK-5 pinnaseproovis.

Benseeni, tolueeni ja etüülbenseeni sisaldused ei ületanud PK-5 pinnaseproovis keskkonnaministri 28.06.2019 määruse nr 26 vastavaid piirarve: benseenil elumaal 0.5 mg/kg ja tööstusmaal 5 mg/kg; etüülbenseenil elumaal 5 mg/kg ja tööstusmaal 50 mg/kg; tolueenil elumaal 3 mg/kg ja tööstusmaal 100 mg/kg.

Ksüleenide (m/p-ksüleen + o-ksüleen) sisaldus ületas PK-5 pinnaseproovis keskkonnaministri 28.06.2019 määruse nr 26 piirarvu elumaal 5 mg/kg, piirarv tööstusmaal (30 mg/kg) ületatud ei olnud.

Arvestades pinnaseproovide võtmist ümbritsevast alast kõrgema temperatuuriga kohtades (gaaside ja veeauru väljumislõõride juurest), näitavad analüüsitulemused, et väljuvate gaaside ja veeauru lõõride juures on pinnase saastatus BTEX ühenditega suhteliselt madal ega ületa tööstusmaa piirarve.

Kukuruse põlenud aherainepuistangu alal kehtivad keskkonnaministri 28.06.2019 määruse nr 26 tööstusmaa piirarvud ja seega võetud proovide pinnas vastas analüüsitud BTEX ühendite osas nõuetele.

Veeauruga kanduvad ja veeauru kondenseerudes pinnases olevad BTEX ühendid ei põhjusta Kukuruse aherainepuistangu pinnase saastumist üle tööstusmaa piirarvude.



## 5.1 Saastunud pinnase mahud varasemates uuringutes

Ohtlike ainete osas tööstusmaa piirarvu ületav pinnas on ohtlik jääde. Kukruse A-kategooria jäätmeoidla korrastamise ettevalmistava projekti koostamise uuringute aruande järgi [5] tehti reostuse leviku selgitamiseks 29 puurauku ja analüüsi peamiselt naftaproduktide, BTEX (benseen, toluen, etüülbenseen, ksüleenid) ja PAH ühendite sisaldust kokku 34 pinnaseprooviga ning üle tööstusmaa piirarvu pinnas loeti saastunuks.

2015 aasta uuringuaruandes [5] üle tööstusmaa piirarvu saastunud pinnase mahte aruande tekstis ei esitata, hinnangulised reostusmahud toodud vastavas lisas ja sellest on lähtunud ka hilisemates Kukruse korrastusprojektis ja hinnangutes (4, 7, 11, 12).

Tabel 6 2015 aasta uuringuaruande järgsed reostusmahud [5]

Materjalid		Maht m <sup>3</sup>	Reostus
Kokku mäe maht (geodeetide plaani järgi)		770000	
I	Täide ja peamiselt lubjakivist koosnev aheraine mäe jalami osas	150000	tõenäoliselt vähe reostunud või reostumata
II	Karbonaatne põlenud-oksüdeerunud materjal	380000	tõenäoliselt reostumata
III	Utmisjääk	132000	reostunud osa 1/3?
IV	Põlemata aheraine (peenpõlevkivi)	60000	reostunud osa 1/4?
V	Pindmine mullane täitekiht e. kasukiht	48000	reostunud maht hinnanguliselt 5000 m <sup>3</sup>

Erinevate materjalide paiknemine Kukruse kaevandamisjäätmeoidlas on ebaühtlane. Paarikümne meetri raadiuses võib esineda ühes puuraugus kogu ulatuses poolkoksilaadne, samas paarikümne meetri kaugusel asuvas puuraugus ainult karbonaatne materjal ning kolmandas puuraugus peenpõlevkivist koosnev aheraine. Paiguti ilmneb samasugune muutlikkus ka vertikaalses lõikes. Seetõttu on keeruline hinnata täpseid materjalide mahtusid ja ka saastunud<sup>4</sup> materjali kogust [4].

Ohtlike aineid analüüsi 2015 aasta uuringus 34-s pinnaseproovis ja Kukrusel olevate erinevate pinnaste keerulise lasumise korral pole võimalik esitada täpsemaid reostusmahte (üks proov ca 20000 m<sup>3</sup> pinnase kohta).

2018 aasta uuringuaruandes „Kukruse A-Kategooria jäätmeoidla õhukvaliteedi mõõtmine“ [3] võeti neljast puuraugust eri sügavustelt kokku 14 pinnaseproovi BTEX ja PAH ühendite määramiseks. Analüüsitulemuste järgi oli enamustes proovides ületatud BTEX või PAH ühendite ohtlike ainete sihtarv, kuid üheski pinnaseproovis ei olnud ületatud BTEX või PAH sisalduse tööstusmaa piirarvu.

KMH aruandes „Kukruse A-kategooria jäätmeoidla korrastamise keskkonnamõju hindamine“ öeldakse, et hinnanguliselt on naftasaadustega saastunud materjali kogumaht 64000 m<sup>3</sup>, moodustades mäe kogumahust ligi 8 % [12].

<sup>4</sup> Kuna saasteainete sisaldused määratakse peenpurrust tehtud analüüsitulemustest, suurendab see asjaolu aherainet sisaldava kaevandusjäätmeoidla saastunud pinnase mahtude „hinnangulisust“.



Eespoolnimetatud KMH-s käsitletud alternatiiv 2 järgi<sup>5</sup> kavatseti naftasaadustega saastunud materjal (hinnanguliselt 60000 m<sup>3</sup>) viia AS VKG Kohtla-Järve poolkoksiladestusalale [12], kuid see lahendus ei olnud erinevatel põhjustel eelistatuim. Kukruse kaevandamisjäätmehoiust põlengu tagajärjel tekkinud ca 8% saastunud pinnase kõrvaldamine on saastunud pinnase ebaühtlase paiknemise tõttu äärmiselt keeruline. KMH aruandes öeldakse, et kavandatud korrastamistööl oleks osa saastunud pinnast aherainemäe kihiti koorimisel segunenud ka puhta materjaliga [12].

AS Infragate Eesti ja IPT Projektijuhtimine OÜ aruanne „Kukruse A-kategooria jäätmehoiust korrastamiseks ettevalmistava projekti koostamine, teostatavusuuring“ esitab tugevalt saastunud pinnase<sup>6</sup>, vajadusega see anda üle ohtliku jäätmena käitlemiseks, mahuks 2000 m<sup>3</sup> [4].

Kukrusel üle tööstusmaa piirarvu saastunud pinnase mahuprotsent ületaks Komisjoni otsuse 20. aprill 2009 K(2009) 2856 Artikkel 7 vastavat A-kategooria jäätmehoiust kuivaine põhjal massi suhtena seatud piirarvu 5 %.

Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856 Artikkel 7 punkt 3 jätab võimaluse, et jäätmehoiust ei pea aga klassifitseerima A-kategooria alla, kui see on põhjendatud kohaspetsiifilise riskihindamisega, milles on erilist tähelepanu pööratud ohtlike jäätmete mõjule ja mis on tehtud osana klassifitseerimisest, mis põhineb struktuuri terviklikkuse kadumisest või hoiust ebaõigest käitamisest tuleneva rikke tagajärjel, ning milles näidatakse, et hoiust ei pea ohtlike jäätmete sisalduse põhjal A-kategooria alla klassifitseerima.

Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856 Artikkel 7 punkt 3 asjaolusid käsitletakse detailsemalt käesoleva eksperthinnangu peatükis 8.

---

<sup>5</sup> Kukruse mäe osaline äravedu ja allesjäänud keskkonnaohutust materjalist uue mäe kujundamine olemasoleva kõrvale.

<sup>6</sup> Ilmselt oli mõeldud, et korrastamistööl eristatakse tugevalt reostunud materjal (vedela faasi õli, nn õlikoonlad) [4]



## 6 Ohtlikud ained Kukuruse aherainepuistangu nõrg- ja põhjavees

### 6.1 Kukuruse puurauk KK-1/1

Käesolevas töö käigus võeti Kukuruse kaevandamisjäätmeoidla alal paiknevast Kukuruse puuraukust KK-1/1 (paiknemine vaata joonis 1) 23.11.2020 veeproov, selle analüüsitulemus ühes varasemate selle puurauku analüüsitulemustega [8, 13, 15, 17] on toodud käesoleva aruande lisa 3.

Kukuruse puurauk KK-1/1 puuriti aastal 2003 [8] ja selle kunagisel rajamisel lähtuti taotlusest saada veeproov Kukuruse puistangult allapoole üleujutatud Kukuruse kaevandusse liikuvast põhjaveest (nõrgveest). Seirepuuraukude paiknemisel Kukuruse kaevanduskäikudes olevas põhjavees, oleks põlenud aherainepuistangu mõju olnud raskesti eristatav johtuvalt segunemisest kaevanduskäikudes oleva põhjaveega.

Käesoleva töö teostamisel kasutati asjakohaseid proovivõtu ja analüüsimeetodeid, mis kuuluvad EKUK akrediteerimisulatusse (EAK poolt akrediteeritud katselabor reg nr L008, <http://www.eak.ee/?pageCus=akr&id=11>). Analüüsimeetodid valiti kooskõlas standardiga EVS-EN ISO/IEC 17025 ja keskkonnaministri 28.06.2019 määruses nr 23 „Nõuded vee füüsikalise-keemiliste ja keemiliste parameetrite uuringuid teostavale katselaborile, nende uuringute raames tehtavatele analüüsidele ja katselabori tegevuse kvaliteedi tagamisele ning analüüsi referentmeetodid<sup>1</sup>“ toodud nõuetega.

Põhjavee proovide võtmisel, säilitamisel ja käsitlemisel lähtuti keskkonnaministri 03.10.2019 määruses nr 49 „Proovivõtumeetodid“ toodud nõuetest. Veeproovid võeti EKUK spetsialistide poolt, kes on atesteeritud põhjaveest proovivõtmise valdkonnas vastavalt keskkonnaministri 03.10.2019 määruses nr 49 „Proovivõtumeetodid“ toodud korrale.

Kuna Kukuruse puurauk KK-1/1 on väga väikese veeanniga, võeti aastate 2019-2020 veeproovid ISO 5667-11:2009 järgi alaklaapiga proovivõtutoruga (*Bailer*). Enne „*Baileriga*“ proovivõttu tühjendati puurauk mitu korda kasutades väikese läbimõõduga voolikut Grundfos 2 tollise läbimõõduga proovivõtupumba otsas või spetsiaalset väikese vooluhulgaga imipumpa (fotol 2).

Klapiga proovivõtutoruga võetud veeproovide kohapeal mõõdetavaid füüsikalise-keemilisi näitajaid pole lisa 3 esitatud, kui näitajad ei stabiliseerunud tühjaks pumpamisel.



Foto 2 Kukuruse KK-1/1 puurauku tühjendamine



Lisaks pinna- ja nõrgvee proovide üldnäitajatele<sup>7</sup> analüüsiti veeproovis ohtlikest ainetest fenoolide<sup>8</sup>, naftasaadusi (süsivesinikud C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>), lenduvaid orgaanilisi ühendeid (BTEX)<sup>9</sup>, raskmetalle ja metalloide (As, Ba, Hg, Cd, Cr, Mo, Ni, Pb, Sn, Zn ja Cu) ning polütsükliisi aromaatsaid süsivesinikke (PAH-ühendid<sup>10</sup>).

07.05.2020 oli puuraugus vett sedavõrd vähe, et fenoolide ja naftasaaduste proovipudeleid ei õnnestunud täita [15].

Kuival aastaajal Kukruse puuraugust KK-1/1 veeproovi saada pole enamasti võimalik, aastal 2003 mõõdetud veetaseme 1.1 m [8] järgi võeti 2003 aasta veeproov tollal Ida-Virumaal toimunud tugevates sademetest põhjustatud üleujutuse järel. Hiljem on Kukruse KK-1/1 puuraugu veetase olnud oluliselt madalamal ja proovivõtul on vesi alati otsa saanud.

Tänaseks on Kukruse puuraugu KK-1/1 plastmassist manteltoru maa sees silmnähtavalt kõverdunud ida poole.

### 6.1.1 Kukruse puuraugu KK-1/1 veeanalüüside tulemused aastatel 2019-2020

Kukruse KK-1/1 puuraugu vesi on käsitletav nõrgveena, seda oma keemilise koostise ja ajalise suure muutlikkuse ning puuraugu väikese veeanni tõttu (vee juurdevool on alla 2 ml/sekundis, üksikutest vett sisaldavatest lubjakivilõhedest).

Olemasolevate analüüsitulemuste järgi on Kukruse KK-1/1 puuraugu vesi põlenud aherainepuistangult väljaimbuva nõrgvee mõjuga. Sellele viitab üldnäitajatest vee aluselisisus (pH >12), suur elektrijuhtivus ning kaaliumi kõrge sisaldus. Veele on iseloomulik põhjavee üldnäitajate suur ajaline muutlikkus, mis johtub puurauku imbuva vee tulekust erinevatest lõhedest ja eri veekogustest tugevamate sademete või kevadise lumesulamise järel.

Raskmetallidest ületasid As (5.9 µg/l ja 21 µg/l), Cr (33 µg/l), Mo (9.1 µg/l ja 16 µg/l), Ni (18 µg/l, 49 µg/l ja 30 µg/l), Pb (63 µg/l ja 86 µg/l) ja Cu (19 µg/l) sisaldused Kukruse KK-1/1 vees keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 järgseid põhjavee künnisarve.

Raskmetallide sisaldused jäid alla keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastavaid piirarve. Ületatud olid sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 joogivee piirsisaldused As (10 µg/l) ja Ni (20 µg/l) ja Pb (10 µg/l) osas.

Benseeni, etüülbenseeni, o-ksüleen, m/p-ksüleen ja toluueni sisaldused jäid kõik alla labori määramispiiri (0.06–0.1 µg/l). Aastatel 2019-2020 ei olnud selliseid suuri BTEX sisaldusi nagu oli Kukruse KK-1/1 puuraugu 2003 aasta veeproovis [8].

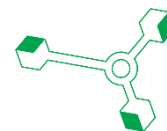
Kõigi aastatel 2019–2020 võetud nelja veeproovi PAH ühendite sisaldused olid väikesed. Veidi üle labori määramispiiri leiti antratseeni, atsenafteeni, atsenaftüleen, benso(b)fluoranteeni, benso(k)fluoranteeni, fenantreeni, fluoranteeni, fluoreeni, naftaleeni ja püreeni. 17.04.2019

<sup>7</sup> NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>üld</sup>, permanganaatne hapnikutarve (PHT), vaba CO<sub>2</sub> sisaldus, vee üldkaredus ja vee kuivjääk.

<sup>8</sup> 1-aluselised (2,3-dimetüülfenool, 2,6-dimetüülfenool, 3,4-dimetüülfenool, 3,5-dimetüülfenool, lihtfenool, o-kresool ja p,m-kresool) ja 2-aluselised fenoolid (2,5-dimetüülresortsiin, 5-metüülresortsiin ja resortsiin).

<sup>9</sup> Benseen, m/p-ksüleen, o-ksüleen, etüülbenseen, toluuen

<sup>10</sup> Antratseen, atsenafteen, atsenaftüleen, benso(a)antratseen, benso(a)püreen, benso(b)fluoranteeni, benso(g,h,i)perüleen, benso(k)fluoranteen, dibenso(a,h)antratseen, fenantreen, fluoranteen, fluoreen, indeno(1,2,3-cd)püreen, krüseen, naftaleeni ja püreen.



võetud veeproovis ületas fenantreeni sisaldus 0.052 µg/l keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastavat künnisarvu (0.05 µg/l), kuid samas jääb fenantreeni sisaldus alla põhjavee piirarvu 2 µg/l.

Kukruse puuraugu KK-1/1 vees olevad PAH ühendite sisaldused ei ületanud sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 vastavat piirsisaldust joogivees.

Keskkonnaministri 01.10.2019 määrus nr 48 põhjavee PAH ühendite läviväärtus 0.1 µg/l oli ületatud vaid kõige esimeses 17.04.2019 võetud veeproovis (sisaldus 0.11 µg/l).

2019-2020 aasta veeproovides ületas 1-aluselistest fenoolidest fenooli (4.9 µg/l, 1.2 µg/l ja 16 µg/l), p,m-kresooli (1.2 µg/l, 1.1 µg/l ja 1,5 µg/l) ja o-kresooli (0.81 µg/l, 0.65 µg/l ja 1.7 µg/l) sisaldus keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastavat põhjavee künnisarvu (0.5 µg/l). Kukruse puuraugu KK-1/1 vees leitud 1-aluseliste fenoolide sisaldused ei ületanud põhjavee vastavat piirarvu 50 µg/l, kuid ületatud oli keskkonnaministri 01.10.2019 määrus nr 48 põhjavee 1-aluseliste fenoolide läviväärtus 1 µg/l.

Analüüsitud 2-aluselistest fenoolidest oli 5-metüülresortsiiini (5.1 µg/l) ja resortsiini (9.5 µg/l ja 7.1 µg/l) sisaldus üle keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastavat põhjavee künnisarvu (0.5 µg/l). 2-aluseliste fenoolide sisaldused Kukruse puuraugu KK-1/1 vees ei ületanud põhjavee vastavat piirarvu 50 µg/l.

Naftasaaduste sisaldus oli 2019-2020 aasta veeproovides ühel korral (17.04.2019, 45 µg/l) üle keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 põhjavee künnisarvu (20 µg/l), piirarv 600 µg/l ületatud ei olnud. Naftasaaduste sisaldus 17.04.2019 võetud veeproovis ületas ka keskkonnaministri 01.10.2019 määrus nr 48 põhjavee läviväärtust 20 µg/l.

### **Kokkuvõtte nõrgvee tekkest ja selle mõjust põhjaveele.**

Kukrusel põlenud aherainepuistangu puhul on oluline asjaolu, et pinnase reostus tekkis püsijäätmehoidla aheraine mittetäielikul põlengul. Enam kui 40 aastat tagasi toimunud põlengute käigus mittetäielikul põlemisel tekkinud gravitatsiooniliselt vabad saasteained on liikunud allapoole lubjakivilõhedesse ja välistatud ei ole nende kogunemine lubjakivis olevate kaevanduskäikudes säilinud tühemikesse.

Lubjakivilõheded gravitatsiooniliselt vabalt liikuva utmisprodukti olemasolu on täheldatud varasemates uuringutes [5] ja 2020 aasta EGT poolt Kukruse aherainepuistangu juurde rajatud puuraukudes. Selline raskesti määratava ulatusega utmisjääkide levik aluspõhja ülemise osa lõheded ja tühemikes vähendab korrastamisprojektide<sup>11</sup> keskkonnaefektiivsust ja tingib korrastamise olulise kallinemise suurema keskkonnaefekti saavutamiseks.

- Kukruse KK-1/1 puuraugu vesi on põlenud aherainepuistangult väljaimbuva nõrgvee poolt mõjutatud.
- Kukruse põlenud aherainepuistangu puuraugu KK-1/1 nõrgvee mõjutusega põhjavesi (maapinnalt esimene Ordoviitsiumi veekiht) on tõenäoliselt lokaalse ja ülaveelise iseloomuga. Puuraugu vähese veeanni ja muutliku veekoostise järgi tõenäoliselt ei esine selle puuraugu poolt iseloomustaval alal suures koguses ja tugevalt reostunud nõrgvett.
- Kukruse kaevandamisjäätmehoidla sees olev kõrge temperatuur (väljuv veeaur) ja sademevee sidumine mineraalsete ühendite tekkel on olulised tegurid, mis vähendavad

<sup>11</sup> maapinnalt reostunud pinnase eemaldamine, reostunud pinnase veekindlad kattekihid jne



praegu nõrgvee teket ja mõju põhjaveele on piiratud ulatusega. Potentsiaalsed probleemid nõrgveest ilmnevad alles siis, kui vett enam puistangusisestes protsessides ei seota ning see imbub allapoole maapinda raskusjõu toimel [12]. Nõrgvee oluline lisandumine väljenduks siis põhjaveeseire tulemustes.

- Kukruse aherainepuistangu all kaevanduskäikudes olev põhjavesi võib olla olnud mõjutatud Kukruse kaevanduses toimunud põlengutest kaevanduskäikude tühemikesse jäänud ohtlikest ainetest ning tänini jätkuvatest termilistest protsessidest Kukruse kaevandamisjäätmeoidla sisemuses ja kaevandamisjäätmeoidla alla jäävates kaevanduskäikudes.

## 6.2 Põhjavesi

Kukruse põlenud aherainepuistangu all olevat põhjavett on uuritud aastatel 2003 [8], 2015 [5] ja 2020 [17]. Aherainepuistangu sees püsivat veekihti varasemate uuringute järgi tekkinud ei ole, mittetekkimise põhjustena on välja toodud põlenud aherainepuistangu sisemuse kõrged temperatuurid [5].

Pinnakattega seotud Kvaternaari põhjaveekiht purdsetete väikese paksuse (<2m) tõttu uurin-gualal puudub. Maapinnalt esimene põhjaveekiht on ajutise iseloomuga, selle moodustab kaevanduskäikude peal paiknevates lubjakivides ja aherainepuistangu nõlvadelt allapoole infiltreeruv sademevesi. Taolist ajutise iseloomuga põhjaveekihti avavad 2003 aastal rajatud puuraugud RA-KK-1/1 ja RA-KK-1/2. Mõõdetud veetasemete [8] järgi on 2003 aasta veeproovid võetud tollal Ida-Virumaal toimunud tugevates sademetest põhjustatud üleujutuse järel (proovivõtu ja mõõtmiskuupäevi aruanne [8] ei esita).

Maapinnalt esimese püsiva Ordoviitsiumi põhjaveekihi veepind paikneb Uhaku lademe savikates lubjakivides, veekiht levib peamiselt Lasnamäe, Aseri ja Kunda lademete lõhelistes lubjakivides, dolomiidistunud lubjakivides ja dolomiitides [17]. Põhjavee vool on suunatud peamiselt edelasse, suund võib mõningal määra muutuda johtuvalt sademetest ja lumesulaveest tingitud veetasemete muutusest Kukrusel. Ordoviitsiumi veekihi põhjavee voolusuunda, veetaset ja vee liikumist reguleerib Käva kaevanduse väljavool, mis on Vahtsepa peakraavi al-guseks. Altpoolt on Ordoviitsiumi veekiht piiratud Ordoviitsiumi regionaalse veepidemega, mis koosneb Türisalu kihistu argilliidist, Leetse kihistu glaukoniitliivakivist ja Toila kihistu savikate vahekihtidega glaukoniitlubjakivist [17].

Ordoviitsiumi regionaalse veepideme all levib Kukrusel maapinnalt teiseks püsivaks põhjaveekihtiks olev Ordoviitsiumi-Kambriumi põhjaveekiht, mis jääb absoluutkõrguste sügavusintervalli +14 kuni -6 m). Põhjavesi on survealine, survetase paikneb absoluutkõrgusel ca 45...46 m [5].

Ordoviitsiumi-Kambriumi põhjaveekiht on altpoolt piiratud 70...80 m paksuse Lontova lademe savikompleksiga, mis on hea regionaalne veepide. Lontova savide all paiknev Kambrium-Vendi liivakividega seotud põhjaveekompleks on survealine, survetase paikneb absoluutkõrgusel ca -12 m. Kambrium-Vendi põhjavee ülemisest Voronka veekihti kasutatakse piirkonna ühisveevarustuseks. Kukruse põlenud aherainepuistangu võimaliku reostuse leviku kohta sügavamate veekihtidesse tõendeid ei ole [17].

Eesti Geoloogiateenistuse poolt aastal 2020 tehtud põhjaveeuuringu eesmärgiks oli tuvastada põlenud aherainepuistangu sisemusest pärinevate saasteainete jõudmine põhjavette ning sealt võimalik edasi kandumine inimeste joogivette ja pinnavette[17].



### 6.2.1 Eesti Geoloogiateenistuse põhjaveeuuringu [17] kokkuvõte

Aruande terviktekst on toodud Lisas 5.

Põlenud Kukruse aherainepuistangu vahetus läheduses esineb mõõdukas põhjaveesaaste. Maapinnalähedane Ordoviitsiumi põhjavesi ületab põlevkivitööstusele iseloomulike ohtlikele ainete künnisarve ning on väga kõrge soolsusega. Põhjaveetaseme vaatluste järgi on Kukruse põlenud aherainepuistangu alt läbivoolava põhjavee liikumine suunatud edelasse. Edelas asub lähim Ordoviitsiumi veekihi puurkaev 1.4 km kaugusel, kaevust võetud veeproovis uuringus analüüsitud saasteaineid ei leitud.

Põhjavee survefaktorite võrdlushinnangu järgi on Kukruse põlenud aherainepuistangu praegune keskkonnasurve põhjaveele kaks kuni kolm suurusjärku väiksem kui näiteks Maardu fosforiidikaevanduse põhjakarjääri ja kaevanduse alalt väljavoolava vee keskkonnasurve ning kuni viis suurusjärku väiksem, kui oli Kohtla-Järve poolkoksiladestust enne selle korrastamist lähtuv keskkonnasurve põhjaveele. Ordoviitsiumi põlevkivibasseini põhjaveekogumi (nr 7) tasandil on Kukrusel tegemist lokaalse mõjuga reostusallikaga.

Eesti Geoloogiateenistuse põhjaveeuuringus [17] tuvastati Kukruse põlenud aherainepuistangust pärinevate saasteainete künnisarve ületav esinemine väljaspool jääkreostusala põlenud aherainepuistangu lähiümbrusesse rajatud vaatluskaevudes (paiknemine vaata joonis 2) ja vajalik on põhjaveeseire.

Põhjaveeuuringu käigus rajatud seirepuuraukude vees määratud saasteainete sisalduste keskmised väärtused saab võtta lähtetasemeks, mille suhtes saab kasvusuundumusi hinnata. Kui seire tuvastab pikemal perioodil (6 aastat) nii statistiliselt usaldusväärsed saasteainete kasvusuundumused kui piirarvude ületamised, tuleb põlenud aherainepuistangu mõju ulatuse hinnang ja korrastamisvajadus uuesti üle vaadata.

Kukruse piirkonna Ordoviitsiumi veekihi põhjavett drenitakse veega täitunud kaevanduste kaudu Käva kaevanduse iseoolse väljalasuga. Käva iseoolne väljavool asub Kukruse aherainepuistangust 6.2 km kaugusel ja teekonnal sinna saasteained ilmselt lahjenevad ning väljavoolu vees analüüsitud sisaldused on väga väikesed. Eesti Geoloogiateenistuse põhjaveeuuringus [17] kontrolliti ka Kukruse põlenud aherainepuistangule lähima pinnaveekogu (jäab põhjaveevoolu suhtes ülespoole) Pühajõe veekvaliteeti, sealt ei leitud Kukruse põlenud aherainepuistangule iseloomulikke saasteaineid.

Kukruse piirkonnas on joogiveeks Ordoviitsiumi veekihti kasutatavad erakaevud Paate külas ja Kukruse asulas Lehe tn 27. Mõlemad kaevud asuvad aherainepuistangu põhjavee liikumise suhtes ülesvoolu ja pole veekvaliteedi kontrolliks võetud veeproovide järgi tugevate mõjutustega. Lehe tn 27 kaevu vees esines siiski põhjavee künnisarvust kõrgem naftasaaduste sisaldus, see võib pärineda ka Kukruse põlenud aherainepuistangust, sest Lehe tn 27 kaev on vaid 320 m kaugusel aherainepuistangust. Kukruse piirkonnas on välja ehitatud ühisveevärgi joogiveerustik ja soodustada tuleb ühisveevärgiga liitumist.

**Eesti Geoloogiateenistuse aruande [17] seirekava.** Kukruse aherainepuistangu jälgimiseks tuleb kasutada *Prevent and Limit* seiret, mis on mõeldud kindla surveteguri jälgimiseks. Jääkreostusobjektide puhul on seda tüüpi seire eesmärgiks surveteguri mõjude kirjeldamine, jälgimine ning korrastamistöde vajaduse hindamine. Kukruse põhjaveeuuringu käigus seirepuuraukudes määratud saasteainete sisalduste keskmised väärtused saab võtta lähtetasemeks, mille suhtes on tulevikus võimalik järgida saasteainete sisalduste suundumusi põhjavees.



Põhjaveesuunas ülesvoolu jäävates seirepuuraukudes PK4 (keskkonnaregistri kood PRK0061769) ja PK1 (keskkonnaregistri kood PRK0061770) tuleks teostada elektrijuhtivuse ja veetasemete automaatseiret (paiknemine vaata joonis 2). Elektrijuhtivuse abil lahustunud soolade sisalduste muutuste jälgimine on kulutõhus viis kontrollimaks, et põhjavee voolu- ja saasteainete dünaamika ning kaevude veekvaliteet püsib suurte muutusteta.

Ohtlike ainete seiret võiks läbi viia puuraukudes PK2 (keskkonnaregistri kood PRK0061767) ja PK3 (keskkonnaregistri kood PRK0061768), mis asuvad saasteallikast põhjaveevoolus allavoolu – saasteainete allika (põlenud aherainepuistangu) ja vastuvõtja (põhjaveekogum) vahel (paiknemine vaata joonis 2). Seire eesmärgiks neis puuraukudes on saada varajane hoiatus, et saasteallikast põhjustatud saaste on oluline (püsiv kasvusuundumus koos piirväärtuste ületamisega).

Põhjavee seire veeproove võiks võtta iga 2 aasta järgi (kaks korda aastas, madal ja kõrgveega). Põhjavee üldistele füüsikalis-keemilistele näitajatele lisaks analüüsida ohtlikest ainetest BTEX, 1-aluseliste fenoolide, PAH-ide, naftasaaduste ja raskmetallidest As, Ni, Pb sisaldust. Kord kahe aasta jooksul madalvee perioodil võtta veeproov Ploomi maaüksuse puurkaevust keskkonnaregistri koodiga PRK0023176 ja Kukruse linnaosa Lehe tn 27 asuvast registrisse kandmata puurkaevust (põhjavee üldised füüsikalis-keemilised näitajad ning naftasaaduste sisaldus). Juhul kui seire esimese kuue aasta jooksul nendes erakaevudes naftasaaduste sisaldust ei tuvastata võib kaevud edaspidisest seirest välja jätta.

Saasteainete püsiva kasvusuundumuse ja põhjavee piirarvude ületamise korral tuleb seiritava reostusobjekti mõju põhjaveekogumi seisundile täpsemalt hinnata.

**Järeldused.** Tuginedes Eesti Geoloogiateenistuse põhjaveeuuringu [17] tulemustele võib järeldada:

1. Kukruse põlenud aherainepuistangu mõju Lasnamäe-Kunda veekihile on suhteliselt väike ja piiratud ulatusega. Ordoviitsiumi põlevkivibasseini põhjaveekogumi (nr 7) tasandil on Kukrusel tegemist lokaalse mõjuga reostusallikaga. Samas ei saa välistada, et Kukruse kaevanduskäikudes liikuva veega ei kantaks soodsatel tingimustel saasteaineid ka kaugemale. Vajalik on põhjaveeseire<sup>12</sup>.
2. Pinnases säilinud jääkreostusest põhjavette jõudvate saasteainete põhjustatud põhjavee reostuse ulatuse järgi pole praeguse saastetaseme säilimisel hädavajalik rakendada keerukaid kalleid korrastusmeetmeid põhjaveereostuse vähendamiseks.  
Euroopa Komisjoni juhiste järgi tuleks jääkreostusallikas, millest ohtlikud ained jõuavad põhjavette korrastada. Korrastamistöid ei viida läbi juhul kui need hinnatakse riskihinnangu ning tasuvusanalüüsi põhjal ebamõistlikuks. Vastavalt põhjaveedirektiivile võib saasteallika korrastamisest loobuda kui pädevate asutuste arvates pole selle mõju ilma ebaproportsionaalselt kulukaid meetmeid rakendamata tehniliselt võimalik piirata [17].
3. Johtuvalt kunagiste kustutustööde edukusest on Kukruse kaevandamisjäätmeoidlas säilinud olulises koguses orgaanilist ainet. Keskkonnatingimuste muutumine (veetase) ja puistangumaterjali laiaulatuslik ümberpaigutamine võivad avada põlemis- või oksü-

<sup>12</sup> Kaevandatud aladel on jääkreostusobjektide (sh Kukruse ja Sompä põlenud aherainepuistangud) reostava mõju eristamine põhjavee üldisest reostuse foonist raske, mistõttu on kohaspetsiifilise põhjaveeseire teostamine oluliste jääkreostusobjektide juures põhjendatud.



deerumisprotsessidest seni mõjutamata sügavamal paiknevad kihid, initsieerides muu-  
tusi praegustes protsessides mis võivad kiirendada ohtlike ainete kandumist põhja-  
vette.

## 7 Välisõhku eralduvad saasteained

Töös analüüsiti senise olukorra jätkumisel võimalikku mõju välisõhu kvaliteedile lähtudes EKUK 2018.a töö raames teostatud mõõtmistest ja modelleerimisest (gaasilised saasteained: CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, lenduvad orgaanilised ühendid (NMHC) ja aromaatsed süsivesinikud (BTEX). Kõige uuemad õhukvaliteedi mõõtmised Kukruse aherainemäel ja selle ümbruses teostati 2017. aasta teises pooles. Seiretööd toimusid ajavahemikul 05.07 – 16.11.17. Välisõhu kvaliteeti mäe ümbruses (Kohtla-Järve Kukruse linnaosas) hinnati otseste mõõtmistega seirejaamaga. Nelja kuu jooksul mõõdeti süsinikmonoksiidi (CO), mittemetaansete lenduvate orgaaniliste ühendite (NMVOC), divesiniksulfiidi (H<sub>2</sub>S) ja vääveldioksiidi (SO<sub>2</sub>) kontsentratsiooni välisõhus ning meteoroloogilisi parameetreid. Aherainemäe kuumenemiskolletest ja mäele rajatud puuraukudest mõõdeti väljuvates gaasides CO, NMVOC, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> ja aromaatsete süsivesinike (BTEX) kontsentratsiooni. Lisaks määrati pinnaseproovides polütsükliiliste aromaatsete süsivesinikke (PAH-de). Mõõtmiste käigus kaardistati olemasolevat olukorda ja anti hinnati aherainemäe avamise ja teiseldamisega kaasnevat võimalikku mõju välisõhu kvaliteedile [3].

Seire näitab, et aherainemägi mõjutab praegusel kujul pidevalt negatiivselt välisõhu kvaliteeti. Samas on eralduvate saasteainete kogused suhteliselt madalad, eelkõige võrreldes samade saasteainete piirkonna üldise fooniga. Mäe sisemuses toimuvad pikaajalised protsessid, mille tulemusena eralduvad välisõhku mitmesugused saasteained. Aherainemäe sees on kõrgenenud temperatuur, millel on tõenäoliselt mitmeid põhjuseid, nagu näiteks põlengu jääksoojuse eraldumine, kustutamata lubja reageerimine veega, orgaanilise materjali oksüdeerumine jms. Tegelikud temperatuurid mäe sisemuses ei ole teada. Seniste mõõtmiste põhjal ei ole tuvastatud mäe sees väga kõrgeid temperatuure, maksimaalsed puuraukudes mõõdetud temperatuurid on jäänud 100 °C juurde. EKUK 2018.a töö raames teostatud emissioonimõõtmistel olid mõõtmisteks rajatud puuraukudest väljuvad gaasid sisuliselt küllastunud veeauruga ehk sügavamates kihtides toimub ladestusse nõrguva sademevee väljakeemine. Varasemalt on otseste mõõtmiste mitteametlike andmeid kuni 150 °C temperatuuride kohta. Seniste mõõtmiste põhjal ei saa kõrgema temperatuuriga alade esinemist sügavamal mäe sisemuses välistada.

Oluline oht inimese tervisele ning keskkonnale oleks tingitud aherainemägede laiaulatusliku põlengu tekkimisel, kus võrreldes praeguse olukorraga suureneks oluliselt välisõhku eralduvate saasteainete heitkogus. Põlengu käigus tekiks saasteained orgaanilise materjali oksüdeerumisel ja lenduksid pinnase kuumenemise tagajärjel seal adsorbeerunud saasteained. Selline stsenaarium on Kukruse aherainemäel küllaltki ebatõenäoline, arvestades varasemate tööde raames teostatud kontrollmõõtmisi nii temperatuuri, mägede deformatsiooni, pinnasekui õhusaasteainete heite osas. Protsesside intensiivistumise peamiseks eelduseks on hapniku suurem juurdepääs ladestu orgaanilisele materjalile.

Hapniku juurdepääsu soodustavad lõhelaadsed ladestu pinnadeformatsioonid (avalõhed), mis johtuvad tühikute vajumisest, materjali peenestumisest, maapinna külmumisetsüklitest ja samuti sademete mõjul lubjakivi lahustumisest. Avalõhed suurendavad orgaanilise materjali õhuga kokkupuutepinda ja see loob eeldused orgaanilise aine intensiivsemale oksüdeerumisele. On leitud, et isesüttimise seisukohast on kõige ohtlikum see, kui põlevkivi hunnikus eksisteerib segu suurte kivimi osakestest ja peenestatud fraktsioonidest[16]. Suured põlevkivitükid loovad kanaleid ja õõnsusi õhu juurdepääsuks, aga peenestatud põlevkivi omab suurt



pinda oksüdeerumiseks hapniku mõjul. Kirjeldatud olukord loob sobilikud tingimused ka põlevkivi isesüttimiseks [16].

Kukuruse aheraineladestu täiendava süttimise või praeguste kollete järsu suurenemise tõenäosus sõltub mitmetest välistest teguritest, eelkõige hapniku suuremast ligipääsust piisava kontsentratsiooniga orgaanilisele materjalile ning selle materjali temperatuurist ning niiskusest (veesisaldusest). Sellise eelduse realiseerumiseks peaks ladestus toimuma nihked ja murded, mille tulemusena tekiksid praod ja suureneks õhu ligipääs. Siiski on varasemate uuringute kohaselt on Kukuruse aheraineladestu geotehnilises mõistes praeguses konfiguratsioonis stabiilne [5] ja olulisi pinnadeformatsioone pole lisandunud. Seega on süttimisohtu tekitavate olukordade teke küllalt vähetõenäoline, kuid täielikult seda välistada ei saa. Sellise stsenaariumi mõju hindamine – nii realiseerumise tõenäosuse kui ka võimaliku mõju ulatuse on keeruline ja tulemus paratamatult üpris hinnanguline.

Juhul, kui toimuks aherainepuistangu täiendav põlemine, siis mõjutavad välisõhu kvaliteeti otseselt põlemisel tekkivad gaasid, kuumusega õhku paisatavad väiksemad osakesed (sh pinnase kuivamisega kaasnev tuuleerosioon), juba praegu pinnases adsorbeerunud saasteainete desorptsioon selle kuumenemisel. Eralduvate gaaside kogus sõltub põlemise intensiivsusest, põlemistemperatuurist, põlengu ulatusest, põlemisprotsessi efektiivsusest, pinnases olevate kahjulike ainete sisaldusest. Näiteks pinnase kuumutamisel gaasifaasi eralduvate orgaaniliste ühendite osas tehti EKUK 2018 a. uuringus pinnaseproovide kuumutamiskatsed. Katsed näitasid, et kui pinnase temperatuur tõuseb 100 kraadini, siis võivad suureneda ka BTEX heitmed vahemikus 3 kuni 44 korda. Kuumutamiskatsetest võib järeldada, et aherainemäes olev materjal sisaldab endas olulisel määral lenduvaid orgaanilisi ühendeid (nt BTEX), mis temperatuuri tõustes pinnasest eralduma hakkavad [3].

Eralduvate saasteainete mõju sõltub meteoroloogilistest tingimustest ehk sellest milline on saasteainete leviku ulatus. Mõju tervisele sõltub omakorda kokkupuute ulatusest, ainete kontsentratsioonist ja kokkupuute ajast ehk ekspositsioonist. Seega sõltub tegelik mõju väga paljudest muutujatest ja hinnang on indikatiivne.

Põlengu ulatuse määrab ära sobiva orgaanilise materjali sisaldus ladestus. Varasemates uuringutes on hinnatud ladestu materjalide koostist ja jagatud see tinglikult koostise põhjal nelja rühma, lisaks sellele pindmine kasvupinnas. Kogu mäe mahust ( $770\,000\text{ m}^3$ ) moodustab ca 20% tsoon I, mis koosneb valdavalt jämeperdsest karbonaatsetest kuumenemisilminguteta veeristest. KMH aruandes on hinnatud, et tsoon I aheraines sisalduv püriit on ammu oksüdeerunud ja iseeneslik kuumenemine ei ole enam tõenäoline. Selle tsooni orgaanika sisaldus on iseenesest süttimiseks piisav. Senised mõõtmised ei ole näidanud, et selles tsoonis esineks hetkel kuumenemiskoldeid. Tsoon II moodustab ladestu mahust ligikaudu 50% ja see koosneb juba põlenud karbonaatsest materjalist. Selle materjali isesüttimine ja põlemine ei ole võimalik tingituna madalast süsinikusisaldusest. Varasemate tööde põhjal on hinnatud, et selles tsoonis olev kustutamata lubi (CaO) võiks olla aja jooksul suures osas juba veega reageerinud. Samas ei saa siiski täielikult välistada senini aeglaselt toimuvat hüdratsiooni protsessi, mille tulemusena eraldub soojust (CaO reaktsioon veega on eksotermiline, mille käigus vabanev energia on  $104\text{ kJ/mol}$  ehk ca  $1.8\text{ MJ/kg}$ ). See protsess võib samuti panustada mingil määral mäe kuumenemisele ja veeauru eraldumisele mäes olevatest lõhedest. Tsoon III koosneb utmisjärgist koos utmissaadustega ja moodustab ladestu mahust ligikaudu 17%. Selle tsooni orgaanikasisaldus on KMH aruande põhjal 9.5-17% [12]. Ladestu põlengut silmas pidades on selline süsinikusisaldus piisav. Tsoon IV koosneb peaaesjalikult aherainest ja peenpõlevkivist, mille



keskmine orgaanilise aine sisaldus massiprotsentides on 18.3% (8.8-30.2%) [12]. Selle tsooni materjali on ligikaudu 60 000 m<sup>3</sup>, mis moodustab ladestu mahust ligikaudu 8%.

Puhtalt materjali koostisest lähtudes kujutab reaalselt ohtu välisõhu kvaliteedile põlengu näol ligikaudu veerand ladestu mahust. Tsoonid III ja IV sisaldavad mitmesuguseid ohtlikke aineid, mis ladestu süttimisel ja temperatuuri tõustes võivad eralduda välisõhku.

EKUK 2018 uuringu raames hinnati ladestu ümberpaigutamisega seotud võimalikku mõju välisõhu kvaliteedile. Toonases töös hinnati aherainemäe teisaldamistöde käigus tekkivat mõju välisõhule. Selleks koostati erinevate mäetööde etappide jaoks heite stsenaariumid, mille aluseks oli kooritud pind ja materjali keskmine ohtlike saasteainete sisaldus ja samuti puuraukude põhjal hinnatud gaasiliste saasteainete heitkogused. Varasemaid mäe teisaldamise kohta käivaid stsenaariume ladestu põlengu mõju hindamisel aluseks võtta ei saa.

Ladestu süttimisel sõltub saasteainete heide välisõhku ja mõju ümbruskonnale põlengu intensiivsusest, selle kestusest, põlenguala ulatusest, aastaajast, meteoroloogilistest tingimustest ja veel mitmetest teguritest, mida on keeruline üheselt kvantifitseerida.

Præguses töös hinnati ära saasteainete kogused, mis võiks ladestu süttimisel välisõhku eralduda. Põlenguga kaasneva võimaliku mõju hindamiseks lähtuti järgmistest eeldustest:

- 1) Põlengu käigus pinnas kuumeneb oluliselt ja seal sisalduvad orgaanilised ühendid lenduvad välisõhku – aluseks võeti senised pinnaseproovide analüüsitulemused;
- 2) Põlengu käigus tekib põlevkivi kuumenemisel täiendav utmisprotsess, mille tagajärjel eraldub lisaks lenduvaid orgaanilisi ühendeid ja gaasilisi saasteaineid;
- 3) Põlemise käigus oksüdeerub pinnases leiduv väävel osaliselt vääveldioksiidiks ja osaliselt eraldub vesiniksulfiidina;
- 4) Orgaanilise süsiniku põlemine ei ole täielik ja tekib süsinikoksiid;
- 5) Põlengu kestus ehk aeg, mille jooksul saasteained välisõhku lenduvad, on minimaalselt aasta;
- 6) Põlengu intensiivsus ja saasteainete eraldumine välisõhku on põlengu ajal konstantne;
- 7) Põlengu käigus eralduvad saasteained välisõhku ladestu ülemisest osast – peamiselt praegustest kuumenemiskolletest;

Ladestust eralduvate saasteainete puhul võeti aluseks pinnaseproovide analüüsid (lenduvate orgaaniliste ainete sisaldus, väävlisisaldus ja üldine orgaanilise materjali kogus). Nende järgi leiti saasteainete arvutuslikud heitkogused, mille põhjal koostati emissioonide andmebaas, mis oli sisendiks hajumisarvutuste tegemisel.

Hajumisarvutuste tegemiseks kasutati Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemi aluseks oleva Airviro tarkvara modelleerimismooduli hulka kuuluvaid Gaussi ja Euleri hajumismudeleid. Meteoroloogilise sisendina kasutati Aseri meteoroloogilise masti 2020 a. mõõtmisandmeid. Lisaks modelleeriti jäätmeheidla süttimise olukorra kohta halvim võimalik stsenaarium ja hinnati saastetasemete esinemissagedust Kukruse linnaosas. Modelleerimistulemuste põhjal hinnati võimalikku ebasoodsat mõju inimeste tervisele ning õhusaasteainetega kokku puutuvate elanike arvu Kukruse ladestu piirkonnas.

Modelleerimise tulemuste järgi võib lühiajaliselt teoreetiliselt esineda ladestu naabruses BTEX piirtasemete ületamist heitkoguste järsul suurenemisel tingituna materjali temperatuuri tõust, samuti võidakse ületada vesiniksulfiidi piirväärtust. Siiski tuleb arvestada, et sellise stse-



naariumi eelduste realiseerumine on äärmiselt ebatõenäoline ja pigem teoreetiline konstruktsioon. Maksimaalsed lühiajalised kontsentratsioonid on mäest kirde suunas, kus asub Kohtla-Järve Kukruse linnaosa.

Polüaromaatsete ühendite (sh benso(a)püreeni) kontsentratsioon välisõhus suureneb, kuid modelleerimistulemuste kohaselt jääb benso(a)püreeni sisaldus välisõhus madalamaks kehtivast välisõhu aastakeskmisest sihtväärtusest.

Vääveldioksiidi, lenduvate orgaaniliste ühendite (NMVOC) ja süsinikoksiidi arvutuslikud sisaldused on arvutustes kasutatud heitkoguste korral madalamad vastavatest piirväärtustest.

Tolmuosakeste heitkoguseid ja arvutuslikke välisõhu tasemeid käesoleva töö käigus ei hinnatud, kuna puudub sobiv meetodika osakeste eraldumise hindamiseks mäe pinnalt põlengu tõttu.

Välisõhus maksimaalsed saaste kontsentratsioonid ja leviku ulatus sõltub sellest, millisel kõrgusel saasteained välisõhku eralduvad. Mida madalamal mäe pinnalt saasteained välisõhku eralduvad, seda kõrgemad maapinnalähedased kontsentratsioonid üldjuhul tekivad. Reaalsuses mõjutab saasteainete hajumist ka mäest tingitud tuulte välja muutus.

Praeguse läbiviidud ja varasema [3] välisõhku eralduvate saasteainete modelleerimise tulemused näitavad, et Kukruse kaevandamisjäätmeoidla välisõhu pidevseire ei ole ladestu naabruses hetkel vajalik. Tulenevalt kohtvaatluste ja termoseire tulemustest tuleb välisõhu seire vajalikkus perioodiliselt uuesti üle hinnata.

Ladestu süttimisel või seniste kollete laienemisel / protsesside intensiivistumisel tuleb rakendada asjakohane välisõhu seirekava. Välisõhu seirejaama võimalik asukoht ladestu põlengu korral oleks Kukruse linnaosa elamupiirkond. Arvestades ka varasemate uuringute tulemustega, piirkonnas valdavalt puhuvate tuulte suundadega ja inimasustuse paiknemisega on kõige asjakohasemaks seirejaama asukohaks Kohtla-Järve Kukruse linnaosa läänekülg. Sobiv oleks Mäe tn. piirkond, kuna varasemate mõõtetulemuste analüüs ja ka modelleerimistulemused näitasid, et see mõõtekoha asukoht on esinduslik (piirkonnas valdavalt puhuvad tuuled kannavad saaste asula kohale). Samas ei saa välistada ka muid esinduslikke asukohtasid seal piirkonnas.



## 8 Kukuruse kaevandusjäätmeoidlas keskkonnariskid ja ohud ning nende ärahoidmiseks või leevendamiseks rakendatavad meetmed

Kaldkirjas on toodud käesoleva eksperthinnangu seisukohalt asjakohane selgitav informatsioon.

### 8.1 Direktiiv 2006/21/EÜ

**2006/21/EÜ Üldosa Lõige 14 suurõnnetuse vältimise põhimõtted.** Õnnetusohu minimeerimiseks ning keskkonna ja inimeste tervise kaitse kõrge taseme tagamiseks peaksid liikmesriigid tagama, et iga A-kategooria jäätmeoidla käitaja võtab vastu jäätmetest tuleneva suurõnnetuse vältimise põhimõtted ning rakendab neid. Ennetusmeetmed peaksid sisaldama ohutuse juhtimise süsteemi vastuvõtmist, õnnetuste korral kasutatavate hädaolukorra lahendamise kavade koostamist ning ohutusosalase teabe levitamist isikutele, keda suurõnnetus võib tõenäoliselt mõjutada.

Jäätmeoidla ebaõige käitamine on toiming, mis võib põhjustada suurõnnetuse (sealhulgas häired keskkonnakaitsemeetmete rakendamisel ning vead või puudujäägid projektis). Ebaõigest käitamisest tuleneva saasteainete eraldumise hindamine hõlmab saasteainete lühiajalise ja pikaajalise eraldumise mõju.

*Praeguse klassifikatsiooni järgi A kategooriasse hinnatud Kukuruse aherainemäe suurõnnetuse oht on aherainepuistangus ja selle sisemuses toimuvate keemiliste ja füüsiliste protsesside muutumisest ja/või intensiivistumisest, mis võivad viia põlenguni. Protsesside intensiivistumist aherainepuistangus soodustab hapniku ligipääs mäe sisse- ning soojusvahetuse aeglustumine ümbritseva keskkonnaga. Taoline suurõnnetuse oht johtub märke ladustatud materjalist ning selle koostisest sealhulgas orgaanilise aine olemasolust ja kogusest.*

*Seega on Kukuruse kaevandamisjäätmeoidla isesüttimise oht sõltuvuses õhu juurdevoolust mäe sisemusse, soojusvahetusest ümbritseva keskkonnaga ning säilinud orgaanilise aine sisaldusest jäätmeoidlas ladustatud materjalist.*

*Põlevkivi aherainepuistangu lahtise leegiga põlemine on võimalik olukorras, kui maa sees pinnases on palju orgaanikat ja hapniku juurdepääs sinna on hea, temperatuur on kõrge, tekib suur põlemiskolle maa sees, varisemine jne. Algselt väikene põleng võib muutuda ulatuslikuks põlenguks ja kulmineeruda suurõnnetuseks. Kui tulekahju tekib maa peal, siis ei pruugi see puistangu sisemusse levida ning on ka üsna hästi kustutatav erinevalt maa sees toimuvast põlengust.*

*Kukuruse aherainepuistangus on säilinud orgaanilist materjali, mis võib soodsatel tingimustel uuesti süttida. Aherainepuistangute iseenesliku süttimise tulemusel intensiivistub gaasiliste saasteainete eraldumine kuumenemiskolletest ning tekib oht mäe vajumiseks ning uute pragude, lõhede, lõõride ja halvemal juhul ka kraatrite tekkeks. Isesüttimise oht tekib, kui mäe sisemuses on temperatuur vähemalt 100 °C ning üle selle.*

Kukuruse kaevandamisjäätmeoidla ruumikuju olulisi deformatsioone käesolevas ja varasemates [15] uuringutes ei tuvastanud, mistõttu ei ole alust eeldada õhusaaste olulist suurenemist mägedes toimuvate protsesside tagajärjel kuumenemiskollete laienemise või mägede sisse- ja väljavarangu tagajärjel.



Põlengud, kus orgaanikat sisaldavate jäätmete temperatuurid on piisavalt kõrged ning see materjal puutub kokku hapnikuga, sumbuvad aherainepuistangu sisemuses enamasti ise hapniku juurdevoolu lõppemisega või orgaanika ära põlemisega.

Selleks, et suurõnnetuse oht suletud kaevandamisjäätmeheidla süttimise näol oleks minimaalne, on oluline Kukruse kaevandamisjäätmeheidla regulaarne termaalse seisundi määramine olemasolevate kuumenemiskollete laienemise või uute kollete tuvastamiseks ning vajadusel ka kontrollmõõtmised puistangusiseste protsesside ja muutuste iseloomustamiseks.

**2006/21/EÜ Üldosa Lõige 18, ennetus- ja kaitsemeetmed nõrgvee eest.** Jäätmeheidlatel mida kasutatakse kaevandustööstuse jäätmete ladustamiseks on vajalikud ennetus- ja kaitsemeetmed nõrgvee eest, et kaitsta põhjavett saastumise eest, mida tekitab nõrgvee imbumine pinnasesse.

*Kukruse põlenud aherainepuistangu puuraugu KK-1/1 nõrgvee mõjutusega põhjavesi (maapinnalt esimene, Ordoviitsiumi veekiht) on lokaalse ja ülaveelise iseloomuga. Puuraugu vähese veeanni ja muutliku veekoostise järgi tõenäoliselt ei esine selle puuraugu poolt iseloomustaval alal suures koguses ja tugevalt reostunud nõrgvett. Kukruse kaevandamisjäätmeheidla sees olev kõrge temperatuur ja sademevee sidumine mineraalsete ühendite tekkel vähendavad nõrgvee teket.*

*Nõrgvee praegune mõju põhjaveele on piiratud ulatusega aherainepuistangu lähiümbruses, seda saab käsitleda jääkreostusena. Potentsiaalsed probleemid nõrgveest ilmnevad alles siis, kui vett enam puistangusisestes protsessides ei seota ning see imbub maapinda raskusjõu toimel. Nõrgvee kogumissüsteemi rajamine praegu, kui aherainepuistangus on säilinud kõrged temperatuurid, oleks tehniliselt keerukas ja meetme rakendamise vajadus pole nõrgvee kohta olemasoleva teabe järgi põhjendatud.*

Puistangus nõrgvee tekke ja sellega kaasneva nõrgvee mõju seireks on vajalikud puistangu termoseire ja põhjavee uuringus [17] soovitatud seirekavajärgne põhjaveeseire. Põhjaveeseire eesmärgiks on saada varajane hoiatus, et saasteallikast põhjustatud saaste on oluline (püsiv kasvusuundumus koos piirväärtuste ületamisega).

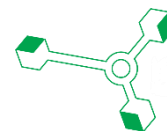
**2006/21/EÜ Artikkel 4 punkt 2.** Jäätmeheidla haldamine pärast selle sulgemist, suurõnnetuste vältimine ja keskkonnale ning inimeste tervisele tulenevate tagajärgede piiramine.

Liikmesriigid tagavad, et käitaja võtab kõik vajalikud meetmed, et vältida või vähendada nii palju kui võimalik kaevandamisjäätmete käitamisest põhjustatud kahjulikku mõju keskkonnale ja inimeste tervisele. See sisaldab iga jäätmeheidla haldamist, samuti pärast selle sulgemist, ning selle hoidlaga seoses suurõnnetuste vältimist ja sellest keskkonnale ja inimeste tervisele tulenevate tagajärgede piiramist.

*Kukruse piirkonna veevarustus on üle viidud kaitstud põhjaveega Kambriumi-Vendi veekihile ja ohtu inimeste veevarustusele pole.*

Suurõnnetuste vältimise ja keskkonnale ja inimeste tervisele tulenevate tagajärgede piiramiseks on vajalikud temperatuuriseire ja põhjaveeseire, vajadusel<sup>13</sup> ka veega täitunud kaevanduste Käva isevoolse väljavoolu seire.

<sup>13</sup> Kui põhjaveeseire näitab saasteainete kasvusuundumust



## 2006/21/EÜ Artikkel 13. Vee seisundi halvenemise ning õhu ja pinnase saastumise vältimine.

**Punkt 1. Nõrgvee teke ja saastunud vee käitlemine.** Pädev asutus veendub, et käitaja on võtnud vajalikke meetmeid, et täita ühenduse keskkonnastandardeid, eelkõige tõkestades vee hetkeseisundi halvenemist vastavalt direktiivile 2000/60/EÜ muu hulgas selleks, et:

- a) hinnata ladustatud jäätmetest nõrgvee tekkimise võimalust, kaasa arvatud saasteainete sisaldust selles nii jäätmehoidla käitamise ajal kui ka sulgemisjärgsel etapil ning määrata jäätmehoidla vee tasakaal;
- b) vältida või minimeerida nõrgvee tekkimist ning jäätmetest tulenevat pinna- või põhjavee ja pinnase saastumist;
- c) koguda ja käidelda jäätmehoidlast saastunud vett ja nõrgvett nende ärajuhtimisele esitatavate asjakohaste standardite kohaselt.

**Punkt 3.** Kui pädev asutus on keskkonnariskide hinnangu põhjal otsustanud, võttes eelkõige arvesse direktiive 76/464/EMÜ, 80/68/EMÜ või 2000/60/EÜ, kui see on asjakohane, et nõrgvee kogumine ja käitlemine ei ole vajalik, või kui leitakse, et jäätmehoidla ei kujuta võimalikku ohtu pinnasele, põhja- või pinnaveele, võib punkt 1 alapunktides b ja c sätestatud nõudeid vastavalt leevendada või nende kohaldamisest loobuda.

*Kukruse põlenud aherainepuistangu puuraugu KK-1/1 nõrgvee mõjutusega põhjavesi (maapinnalt esimene, Ordoviitsiumi veekiht) on lokaalse ja ülaveelise iseloomuga. Nõrgvee mõju põhjaveele on praegu piiratud ulatusega piirdudes aherainepuistangu lähiümbrusega, seda saab käsitleda jääkreostusena.*

*Senised uuringud viitavad väga vähese nõrgvee koguse tekkele. Kaevandamisjäätmehoidla sees olev kõrge temperatuur (väljub veeaur) ja sademevee sidumine mineraalsete ühendite tekkel on olulised tegurid, mis vähendavad nõrgvee teket. Potentsiaalsed probleemid nõrgveest ilmnevad alles siis, kui vett enam puistangusisestes protsessides ei seota<sup>14</sup> ning see imbub maapinda raskusjõu toimel.*

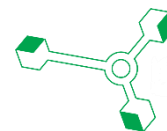
*Kukruse aherainepuistangus enam kui 40 aastat tagasi toimunud põlengute käigus tekkinud ohtlike ainete nõrgveega väljakandumise vältimiseks vastava nõrgvee kogumissüsteemi rajamine praegu, kui aherainepuistangus on säilinud kõrged temperatuurid, oleks tehniliselt keerukas ja selle meetme rakendamise vajadus pole olemasoleva teabe järgi põhjendatud. Nõrgvee kogumislahendus oleks ilmselt ebaproportsionaalselt kulukas saavutatava keskkonnaefekti osas.*

*Kukruse põlenud aherainepuistangu nõrgvee mõju Ordoviitsiumi põlevkivibasseini põhjaveekogumile (nr 7) on lokaalne ja piiratud ulatusega [17].*

*Uuringutes pole tuvastatud nõrgvee mõju Pühajõe vooluveekogumi (1067000\_1) veekvaliteedile [17]. Kukruse ja Käva veega täitunud kaevandustes moodustunud põhjavee isevoolses väljavoolus (SJB3348000<sup>15</sup>) on seireperioodil (aastatel 2019-2020) täheldatud Kukruse põlenud aherainepuistangu mõjule iseloomulike saasteainete osas 14.04.2020 võetud veeproovis PAH ühendeid kokku 0.05 µg/l (fenantreen, fluoranteen,*

<sup>14</sup> Kui puistangus pole enam piisavalt alles kustutamata lupja ning puistangus on lõppenud ka teiste vett siduvate mineraalide teke ning nende protsesside tulemusel tekkiva soojuse + põlenud puistangu jääksoojuse toimel ei aurustu kogu infiltreerunud sademevesi.

<sup>15</sup> On Vahtsepa peakraavi alguseks mis voolab Kohtla vooluveekogumisse (1070700\_1)



naftaleen ja püreen). Neist fluoranteeni (prioriteetne aine) sisaldus 0.008 µg/l ületas keskkonnaministri 24.07.2019 määruse nr 28 aasta keskmist keskkonna kvaliteedi piirväärtus 0.0063 µg/l. Seirejaamast SJB334800 aastatel 2019-2020 võetud ülejäänud kuues veeproovis jäi PAH ühendite sisaldus alla labori määramispiiri [18].

Arvestades seirejaama SJB334800 poolt iseloomustatava allmaakaevandatud põhjaveela suurt pindala ja sellel asuvat tööstust ja teisi jääkreostusobjekte (põlenud aherainemäed), pole võimalik üheselt seostada Kukruse ja Käva kaevandustes moodustunud põhjavee väljavoolu (SJB3348000) veekvaliteeti Kukruse põlenud aherainepuistanguga.

Puistangus nõrgvee tekke ja sellega kaasneva nõrgvee mõju seireks on vajalikud puistangu termoseire ja põhjavee uuringus [17] soovitatud seirekavajärgne põhjaveeseire, vajadusel ka veega täitunud kaevanduste Käva isevoolse väljavoolu seire (kui Kukruse põhjaveeseire näitab saasteainete kasvusuundumust).

## **Punkt 2. Gaasilised heited.**

Pädev asutus tagab, et käitaja on võtnud kasutusele piisavad meetmed tolmu ja gaasiliste heidete vältimiseks või vähendamiseks.

*Aruanne „Kukruse A-Kategooria jäätmeoidla õhukvaliteedi mõõtmine“ [3] ei näita Kukruse põlenud aherainepuistangut praegu kui keskkonnale ohtlikku objekti, küll aga toimub aeglane saasteainete eraldumine välisõhku.*

*Gaasilised saasteained eralduvad välisõhku kuumenemiskolletest ning kontrollmõõtmised näitavad ka foonilise heite olemasolu lenduvate orgaaniliste ühendite osas mädgedel pinnalt. Kuumenemiskollete summutamine hapniku juurdepääsu piiramiseks ja taassüttimise vältimiseks, oleksid võimalikud variandid gaasiliste saasteainete heite vähendamiseks ja likvideerimiseks.*

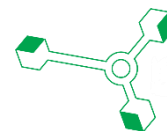
*Lenduvate orgaaniliste ühendite osas foonilise heite minimeerimine nõuaks kaevandamisjäätmeoidla hermeetilist ja tihedat sulgemist, ent olemasoleva teabe alusel oleks see nõue põhjendamatult ning proportsioonist väljas Kukruse aherainemäe mõjuga välisõhu saastatusele.*

## **8.2 Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856**

Kukrusel üle tööstusmaa piirarvu saastunud pinnase mahuprotsendi number ületab Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856 Artikkel 7 vastavat A-kategooria jäätmeoidla kuivaine põhjal massi suhtena seatud piirarvu 5 %.

Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856 Artikkel 7 punkt 3 kohaselt ei pea jäätmeoidlat klassifitseerima A-kategooria alla, kui see on põhjendatud kohaspetsiifilise riskihindamisega, milles on erilist tähelepanu pööratud ohtlike jäätmete mõjule ja mis on tehtud osana klassifitseerimisest, mis põhineb struktuuri terviklikkuse kadumisest või hoidla ebaõigest käitamisest tuleneva rikke tagajärgedel.

Alljärgnevalt analüüsime Direktiivi 2006/21/EÜ ja Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856 asjakohaseid Kukruse põlenud aherainepuistangust johtuvaid keskkonnariske ja ohte arvestades ajavahemikul 2014-2020 tehtud uuringute tulemusi ning esitame keskkonnariski ja ohtude ärahoidmiseks ning vähendamiseks rakendatavad meetmed.



**K(2009) 2856 üldosa lõige 4.** Et hinnata jäätmehoidla struktuuri terviklikkuse kadumisest või hoidla ebaõigest käitamisest tulenevat võimalikku ohtu inimeste elule või tervisele, tuleb selle ohu suuruse hindamisel arvesse võtta inimeste reaalsed pidevat viibimist võimalikus ohupiirkonnas.

*Kukruse kaevandamisjäätmehoidla osas piirdub jäätmehoidla struktuuri terviklikkuse ohupiirkond kaevandamisjäätmehoidla alaga. Piirata tuleb jäätmehoidla käitamisse mittepuutuvate inimeste juurdepääsu Kukruse põlenud aherainepuistangule.*

Ohtu inimeste elule või tervisele vähendatakse piirates kaevandamisjäätmehoidla alale juurdepääsu<sup>16</sup>. Ala tuleb tähistada juurdepääsupiirangu infoga, kus on teave kaevandamisjäätmehoidla alal lahtise tule tegemise keelu kohta ja juurdepääsu lubamine vaid valdaja kooskõlastusel.

**2009 K(2009) 2856 Artikkel 1.** Jäätmehoidla klassifitseeritakse direktiivi 2006/21/EÜ III lisa esimese taande alusel A-kategooria alla kuuluvaks, kui jäätmehoidla struktuuri terviklikkuse kadumisest või ebaõigest käitamisest tuleneva rikke lühi- või pikaajalised prognoositavad tagajärjed võivad põhjustada: a) olulise võimalusena surmajuhtumeid; b) tõsist ohtu inimeste tervisele; c) tõsist ohtu keskkonnale. Klassifitseerimisel võetakse jäätmehoidla ohtlikkuse hindamisel arvesse hoidla kogu olelustusükkel, kaasa arvatud sulgemisjärgne etapp.

*Tõsine oht inimese tervisele ja keskkonnale võib kaasneda ebaõige käitamise tulemusena tekkivast aheraine süttimisega kaasnevast suurõnnetusest. Oht on põlenud aherainemäe iseeneslik taassüttimine hapnikku juurdepääsul mäe sisesusse, see võib tekitada mäe sees uusi lokaalseid põlengukoldeid. Tõenäoliselt sumbuvad sellised kolded neis hapniku või orgaanilise materjali otsalõppemisel.*

Kukrusel säilinud põlemata aheraine (peenpõlevkivi) koguseks on aastal 2015 hinnatud ca 60000 m<sup>3</sup>[5]. Aherainepuistangus algselt olnud ja potentsiaalselt süttida võiva peenpõlevkivi kogus on eelmise aastatuhande seitsmekümnendate aastate põlengu ja selle kustutustööde järel toimunud protsesside tagajärjel kordades vähenenud. Seetõttu on vähenenud ka allesjäänud orgaanilise materjali süttimisega kaasnev tõsine oht inimestele ja keskkonnale.

Kukruse kaevandamisjäätmehoidla temperatuuride kontrolliks ja vajadusel süttimise ärahoidmiseks vajalike ennetavate meetmete rakendamiseks on vajalik termoseire ühes ala regulaarse ülevaatusega.

### **2009 K(2009) 2856 Artikkel 2.**

**Punkt 1.** Käesolevas otsuses tähendab jäätmehoidla struktuuri terviklikkus struktuuri võimet hoida jäätmehoidla piirides selle projektist lähtuval viisil.

**Punkt 2.** Struktuuri terviklikkuse kadumine hõlmab kõiki võimalikke rikkeid, mis on seotud asjaomase jäätmehoidla struktuuriga.

**Punkt 3.** Struktuuri terviklikkuse kadumise tagajärgede hindamine hõlmab rikke tagajärjel jäätmehoidlast eraldunud materjali vahetut toimet ning sellest tulenevat lühi- ja pikaajalist mõju.

<sup>16</sup> Levikuteega mõjud (õhk ja põhjavesi) võivad ulatuda küll ka kaugemale ja neid täpsustatakse Komisjoni otsuse K(2009) 2856 Artiklites 3 ja 4.



*Looduslikust varikaldest laugemate<sup>17</sup> nõlvade varingud väljapoole kaevandamisjäätmeheidlat ei ulatu. Praegu on looduslikust varikaldest laugemate nõlvadega Kukruse aherainepuistang geotehnilise hinnangu järgi stabiilne [5].*

Kukruse aherainepuistangul olemasolevad ja lisanduda võivad tühikud ja lõhed ei põhjusta ohtu inimesele kui juurdepääs kaevandamishoidla alale on piiratud.

**2009 K(2009) 2856 Artikkel 3 punkt 1.** Käesolevas otsuses tähendab jäätmeoidla ebaõige käitamine toimingut, mis võib põhjustada suurõnnetuse, sealhulgas häired keskkonnakaitsemeetmete rakendamisel ning vead või puudujäägid projektis.

*Oluliste termoanomaaliatega Kukruse aherainepuistangu taassüttimisel põlenguga kaasnevat suurõnnetust saab käsitleda ebaõigest käitamisest johtuvana.*

Kaevandamisjäätmeheidla temperatuuride kontrolliks ja süttimise ärahoidmiseks ennetavate meetmete rakendamiseks tuleb rakendada termoseiret ühes ala regulaarse ülevaatusena.

**2009 K(2009) 2856 Artikkel 3 punkt 2.** Ebaõigest käitamisest tuleneva saasteainete eraldumise hindamine hõlmab saasteainete lühiajalise ja pikaajalise eraldumise mõju. Nimetatud hindamine katab nii jäätmeoidla kasutusperioodi kui ka sulgemisjärgse pikaajalisema perioodi.

*Saasteained tekkisid Kukruse kaevandamisjäätmeoidlas selle põlengu tagajärjel ja mõju põhjaveele (Ordoviitsiumi põlevkivibasseini põhjaveekogum nr 7) on lokaalne ja piiratud ulatusega.*

Mõju põhjaveele tuleb kontrollida vastavalt põhjaveeuuringus [17] soovitatud seirekavale, vajadusel tuleb seiret laiendada kaasates ka veega täitunud kaevanduste Käva isevoolse väljavoolu seire (kui Kukruse põhjaveeseire näitab saasteainete kasvusuundumust).

*Aastal 2017 EKUK poolt tehtud Kukruse aherainepuistangu emissioonide mõõtmised välisõhku ei näidanud ala keskkonnoahtliku objektina [3]. Saastunud pinnas ei ole võimaliku õhusaaste suurenemise tõenäoliseks põhjuseks [15].*

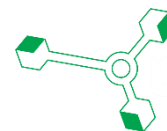
*Kukruse aherainepuistangu süttimisel kaasneva saasteainete lühiajalise eraldumise modelleerimise tulemuste järgi võib põlengu korral lühiajaliselt esineda ladestu naabruses välisõhu BTEX ja H<sub>2</sub>S piirtasemete ületamist. Polüaromaatsete ühendite (sh benso(a)pireeni) kontsentratsioon puistangu süttimisel välisõhus suureneb, kuid modelleerimistulemuste kohaselt jääb benso(a)pireeni sisaldus välisõhus madalamaks kehtivast välisõhu sihtväärtusest.*

Kukruse aherainepuistangu taassüttimise põlengustsenaariumi eelduste realiseerumine on äärmiselt ebatõenäoline, kui alal teostatakse termoseiret koos ala regulaarse ülevaatusena.

**2009 K(2009) 2856 Artikkel 4 punktid 1, 2, 3, 4.** Punkt 1. Liikmesriigid hindavad jäätmeoidla struktuuri terviklikkuse kadumisest või hoidla ebaõigest käitamisest tuleneva rikke tagajärgi vastavalt punktidele 2, 3 ja 4.

**Punkt 2.** Ohu tekkimise tõenäosus inimeste elule või tervisele loetakse ebaoluliseks või mittevõimaliseks, kui teised inimesed peale jäätmeoidla käitamisega seotud töötajate, kes võivad olla

<sup>17</sup> Nõlvad kujundati laugemaks eelmise aastatuhande seitsmekümnendatel aastatel tehtud kustusustööde käigus



ohustatud, ei viibi pidevalt või pikaajaliselt võimalikus ohupiirkonnas. Vigastusi, mille tagajärjel võib tekkida puue või pikaajaline terviseprobleem, käsitatakse tõsise ohuna inimeste tervisele.

Kukruse kaevandamisjäätmeoidla oht nn teiste inimeste elule või tervisele hoitaks ära juurdepääsupiiranguga.

*Süttimisest põhjustatud suurõnnetuse korral väljapoole kaevandamisjäätmeoidla ala ulatuva õhusaaste esinemisel saab ohtu vähendada ümberkaudsete inimeste evakueerimisega.*

Kaevandamisjäätmeoidla pinnasetemperatuuride kontrolliks ja vajadusel süttimise ärahoidmiseks sobivate ennetavate meetmete rakendamiseks on vajalik termoseire ühes ala regulaarse ülevaatusega.

**Punkt 3.** Võimalik oht keskkonnale loetakse mittetõsiseks, kui: a) võimaliku saasteallika intensiivsus väheneb oluliselt lühikese aja jooksul; b) rike ei põhjusta püsivat või pikaajalist keskkonnakahjustust; c) kahjustatud keskkonda on võimalik ennistada väiksemate puhastus- ja taastustöödega.

*Kukrusel rohkem kui 40 aastat tagasi toimunud põlengu tagajärjel tekkinud reostunud pinnase mõju põhjavee kaudu ahelas saasteallikas → levikutee → vastuvõtja järgi on piiratud ulatusega. Kaevandamisjäätmeoidlas oleva aheraine süttimise tagajärjel tekkinud saastunud pinnas on vaadeldav lokaalse jääkreostusena, see ei ole põhjustanud ulatuslikku püsivat ja pikaajalist keskkonnakahjustust Ordoviitsiumi põlevkivibasseini põhjaveekogumile (nr 7).*

*Mõju Kukrusele lähima Pühajõe vooluveekogumi (1067000\_1) veekvaliteedile pole leitud [17]. Arvestades Kohta vooluveekogumisse (1070700\_1) voolava Vahtsepa peakraavi alguses oleva seirejaama SJB334800 poolt iseloomustatava põhjaveeala suurt pindala, põhjaveevalgalal asuvat tööstust ja jääkreostusobjekte (teised põlenud aherainemäed), pole võimalik üheselt seostada Kukruse ja Käva kaevandustes moodustunud põhjavee väljavoolu (SJB3348000) Kukruse põlenud aherainepuistanguga.*

Mõju põhjaveele tuleb kontrollida vastavalt põhjaveeuuringus [17] soovitatud seirekavale, vajadusel tuleb seiret laiendada kaasates ka veega täitunud kaevanduste Käva isevoolse väljavoolu seire (kui Kukruse põhjaveeseire näitab saasteainete kasvusuundumust).

**Punkt 4.** Võimaliku ohu tuvastamisel inimeste elule või tervisele või keskkonnale võetakse arvesse võimaliku mõju ulatuse konkreetsed hindamistulemused ahela allikas → levikutee → vastuvõtja kontekstis. Kui allika ja vastuvõtja vahel levikutee puudub, ei klassifitseerita asjaomast jäätmeoidlat A-kategooria jäätmeoidlaks struktuuri terviklikkuse kadumisest või hoidla ebaõigest käitamisest tuleneva rikke põhjal.

*Kaevandamisjäätmeoidla ebaõigest käitamisest tuleneva süttimise korral on allikas → levikutee → vastuvõtja kontekstis põlengu ajal olulised emissioonid välisõhku.*

*Oluline oht inimtervisele ning keskkonnale oleks tingitud aherainemägede laiaulatusliku põlengu tekkimisel, kus mürgised gaasid orgaanilise materjali oksüdeerumise tagajärjel välisõhku eralduvad ning saasteainete kontsentratsioonid piirkonnas kriitiliste tasemeteni jõuavad.*



*Kukruse aherainepuistangu süttimisel kaasneva saasteainete lühiajalise eraldumise modelleerimise tulemuste järgi võib põlengu korral lühiajaliselt esineda ladestu naabruses välisõhu BTEX ja H<sub>2</sub>S piirtasemete ületamist Polüaromaatsete ühendite (sh benso(a)püreeni) kontsentratsioon puistangu süttimisel välisõhus suureneb, kuid modelleerimistulemuste kohaselt jääb benso(a)püreeni sisaldus välisõhus madalamaks kehtivast välisõhu sihtväärtusest. Maksimaalsed tunnikeskmsed tasemed tekivad Kohtla-Järve Kukruse linnaosas ladestust kirde suunas.*

Süttimisohu ennetamiseks või aegsaks tuvastamiseks on vajalik vastav termoseire ühes ala regulaarse ülevaatusega.

*Kukruse kaevandamisjäätmevõimaldus enam kui 40 aastat tagasi toimunud põlengu tagajärjel tekkinud reostunud pinnase mõju põhjavee kaudu ahelas saasteallikas → levikutee → vastuvõtja järgi on piiratud ulatusega.*

*Kukruse piirkonna Inimeste veevarustus tugineb reeglina kaitstud põhjaveekihtil ja ka pikaajalises perspektiivis pole tõenäoline reostuse jõudmine kaitstud põhjaveekihtides asuvasse veehaardesse. Saastuse leviku ahelas ei saa välistada põlenud aherainepuistangust pärineva saasteainete jõudmist Kukruse külas säilinud üksikutesse Ordoviitsiumi veekihi kaevudesse (Lehe tn 27). Kuna põhjavee voolu suund on 2020 aasta uuringu [17] järgi edela-lõuna suunaline, on põlenud aherainepuistangust pärineva mõju jõudmine Paate küla kaevudesse vähetõenäoline.*

*Allikas → levikutee → vastuvõtja ahelas võiks põlenud aherainepuistangust pärinevad saasteained pinnavette (Vahtsepa peakraavi) kanduda läbi Käva kaevanduse isevoolse väljavoolu [17]. Vee kvaliteet selles kaevandusvee isevooluses väljavoolus (seirejaam SJB334800) on reeglina vastanud pinnavee keskkonnakvaliteedi väärtustele, üksikuletlus oli 14.04.20 võetud proovis PAH hulka kuuluva fluoranteeni osas. Seirejaamast SJB334800 ajavahemikul 2019-2020 võetud ülejäänud kuues veeproovis jäi PAH ühendite sisaldus alla labori määramispiiri [18].*

*Arvestades seirejaama SJB334800 poolt iseloomustatava allmaakaevandatud põhjaveeala suurt pindala ja sellel asuvat tööstust ja teisi jääkreostusobjekte (põlenud aherainemäed), pole võimalik üheselt seostada Kukruse ja Käva kaevandustes moodustunud põhjavee väljavoolu (SJB3348000) Kukruse põlenud aherainepuistanguga.*

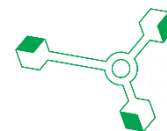
Kukruse põlenud aherainepuistangu mõju põhjaveele on kavas kontrollida vastavalt põhjaveeuuringus [17] pakutud seirekavale. Kaevandamisjäätmevõimalduste inventeerimisnimestiku ajakohastamise raames võib vajadusel teha ka piirkonna lähimate veevarustusallikate ülevaatuse ühes kaevude veekvaliteedi kontrolliga.

**2009 K(2009) 2856 Artikkel 6 punkt 1.** Puistangu varingu korral käsitatakse liikuvat jäätmemassi eluohtlikuna, kui inimesed asuvad liikuva jäätmemassi ulatuses.

*Kukruse puistangu võimaliku varinguga liikuva jäätmemassi ulatuses inimesi ei asu. Praegu on looduslikust varikaldest laugemate nõlvadega Kukruse aherainepuistang geotehnilise hinnangu järgi stabiilne [5].*

**2009 K(2009) 2856 Artikkel 6 punkt 2. Võimaliku ohu hindamisel inimeste elule ja tervisele tuleb arvesse võtta vähemalt järgmisi tegureid:**

**2 a.** jäätmevõimaldaja suurus ja omadused, sealhulgas selle projekt;



*Kukruse kaevandamisjäätmeoidla on võrdluses teiste Eesti kaevandamisjäätmeoidlatega üks väiksemaid. Kurkruse aherainepuistangu rajamisega alustati 1952 aastal ja aheraine ladestamine lõppes Kukruse kaevanduse sulgemisega aastal 1967. Kaevandamisjäätmeoidla rajati tüüpprojekti järgi loodusliku varikaldenõlvaga aherainepuistanguna. Kaevandamisjäätmeoidla teravkooniline kuju muudeti laugemaks eelmise aastatuhande seitsmekümnendatel aastate lõpus toimunud kustutustööde käigus.*

**2 b.** Hoidlas ladestatud jäätmete kogus ja kvaliteet, sealhulgas füüsikalised ja keemilised omadused;

*Kukruse kaevandamisjäätmeoidlasse paigutatud aheraine pole ohtlik jääde. Saastunud pinnas tekkis aherainepuistangus enam kui 40 aastat tagasi toimunud põlengu ja kustutustööde tagajärjel ning on pinnasereostuse seisukohalt vaadeldav kaevandamisjäätmeoidlas säilinud jääkreostusena mille mõju põhjaveele tuleb vajadusel seirata.*

**2 c.** Puistangu nõlva kaldenurk;

*Looduslikust varikaldest laugemate<sup>18</sup> nõlvade varingud pole tõenäolised.*

**2 d.** Põhjavee puistangusisese kogunemise tõenäosus;

*Senised uuringud põhjavett põlenud põlevkivi aherainepuistangutes ei näita, kuid pikaajalises perspektiivis ei saa selle teket välistada kui temperatuurid langevad ning sademevett ei seota puistangusisestes protsessides ja seda ei aurustu piisavalt.*

Põhjavee puistangusse kogunemine vähendab aherainepuistangu ruumikuju stabiilsust. Praegu on looduslikust varikaldest laugemate nõlvadega Kukruse aherainepuistang geotehnilise hinnangu järgi stabiilne [5].

Lühi ja keskpika ajavahemiku jooksul põhjavee puistangusse kogunemise tõenäosuse hindamiseks on vajalik termoseire ühes ala regulaarse ülevaatusega.

Puistangus sees põhjavee teke ja nõrgvee mõju suurenemine kajastuks tõenäoliselt ka põhjaveeuuringus [17] soovitatud seirekava järgse põhjaveeseire tulemustes. Ühes termoseire läbiviimisega võimaldab see hinnata Kukruse põlenud aherainepuistangus põhjavee teket.

**2 e.** Maa-alune stabiilsus;

*Kukruse kaevandamisjäätmeoidla all olevad kaevanduskäigud on kaevandamisjäätmeoidla raskuse ja eelmise aastatuhande seitsmekümnendate aastate põlengu ja selle kustutustööde järel toimunud protsesside tagajärjel tõenäoliselt juba kinni vajunud. Säilinud tühemike vajumised ei kajastu Kukruse kaevandamisjäätmeoidla aastate 2009-2020 ruumikujude võrdluses. Kukruse kaevandamisjäätmeoidla all olevate kaevanduskäikude võimalikud järelvajumid hoidla stabiilsust ei ohusta.*

**2 g.** Vooluveekogude, rajatiste, ehitiste lähedus;

*Kukruse kaevandamisjäätmeoidla läheduses vooluveekogusid, rajatise ja ehitise mis johtuvalt kaevandamisjäätmeoidlast põhjustaksid ohte inimeste elule ja tervisele ei ole.*

**2 h.** Kaevanduskohad;

*Kukruse kaevandamisjäätmeoidlat ja selle läheduses kaevandustegevust ei toimu.*

<sup>18</sup> Nõlvad kujundati laugemaks eelmise aastatuhande seitsmekümnendatel aastatel tehtud kustutustööde käigus.



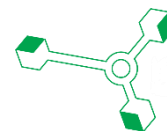
### 8.3 Kokkuvõte

Kukruse põlenud aherainepuistangu praeguse klassifikatsiooni järgi A kategooria hinnang [1] tulenes eeskätt põlenguga kaasnevast suurõnnetuse ohust. Oht tulenes aherainepuistangus ja selle sisemuses toimuvate keemiliste ja füüsikaliste protsesside muutumisest ja/või intensiivistumisest, mis aastatel 2011-2012 olemas olnud informatsiooni alusel võis viia kaevandamisjäätmeheidla põlenguni.

Ajavahemikul 2014-2020 läbiviidud uuringute käigus on lisandunud suures koguses olulist informatsiooni Kukruse põlenud aherainepuistangu kohta:

1. Kukruse kaevandamisjäätmeheidla ruumikuju muutuste ja deformatsioonide analüüs ei näita ohtlike ruumikujude muutusi, mis võiksid põhjustada aherainemäe sisemuses toimuvate keemiliste ja füüsikaliste protsesside intensiivistumisest. Ruumikuju muutusi seiratakse Maa-ameti LIDAR ülelendude abil karjääride aerokontrolli käigus.
2. Aastatel 2019-2020 pinnase kontaktmõõtmised ohtlikku temperatuuritõusu ei näita, kuid johtuvalt rohke veeauru olemasolust ei kajasta mõõdetud temperatuurid ilmselt maksimaalseid pinnasetemperatuure Kukruse põlenud aherainemäe sees. Pinnase temperatuurimuutusi tuleb jälgida vastava termoseire kava alusel.
3. Põlengu tagajärjel tekkinud ohtlike ainete saastunud pinnase tekitatud keskkonnanahjustus levikuahelas pinnas→põhjavesi→pinnavesi ei näita ohtlike ainete sisaldusi, mis nõuaksid reostunud pinnase eemaldamist.
4. Aastal 2017 EKUK poolt tehtud Kukruse aherainepuistangu emissioonide mõõtmised välisõhku ei näidanud Kukruse aherainepuistangut keskkonnaohtliku objektina [3], millele tuleks rakendada korrastusmeetmeid. Saastunud pinnas ei ole võimaliku õhusaaste suurenemise tõenäoliseks põhjuseks [15].
5. Praeguses olukorras Kukruse aherainepuistangu süttimisel kaasneva saasteainete lühiajalise eraldumise modelleerimine näitas, et põlengu korral võib lühiajaliselt esineda ladestu naabruses välisõhu BTEX ja H<sub>2</sub>S piirtasemete. Taolise avapõlengu teke on äärmiselt ebatõenäoline kui alal teostatakse termoseiret ühes ala regulaarse ülevaatusga, see tagab õigeaegse reageerimise olukorra muutumisel halvemuse suunas.
6. Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856 Artikkel 7 punkt 3 kohaselt ei pea jäätmeheidlat klassifitseerima A-kategooria alla, kui see on põhjendatud kohaspetsiifilise riskihindamisega.
7. Ajavahemikul 2014-2020 läbiviidud uuringute käigus laekunud andmete ja keskkonnanõu riski põhjustavate tegurite kohta olemasoleva teabe analüüsi järgi on Kukruse kaevandamisjäätmeheidlas vajalik:

Asjakohane seire, mis iseloomustab Kukruse aherainepuistangus toimuvaid protsesse keskkonnaohu vältimiseks ja vähendamiseks, võimaldab jooksvalt kontrollida ja ennetavalt vältida puistangu süttimist (vajadusel vastavate meetmete rakendamisega).
8. Kukruse aherainepuistangu jälgimiseks on ettepanek järgmisteks seireteks ja meetmeteks:
  - a) Pinnase temperatuuride seire püsianduritega (või alternatiivsete seire meetmetega) ning paikvaatlusega 2 korda aastas;



- b) Põhjavee seire Kukrusel 2 aastase seiresammuga, veeproovid seirepuuraukudest 2 korda seireaastal ning 1 kord kahest erakaevust. Kui põhjaveeseire näitab saasteainete kasvusuundumust, tuleb rakendada Käva isevoolse väljavoolu seire ja kaevandamisjäätmeheidlate inventeerimismestiku ajakohastamise raames tuleb teha piirkonna lähimate veevarustusallikate ülevaatus ühes kaevude veekvaliteedi kontrolliga.
- c) Otsene välisõhu pidevseire ei ole ladestu naabruses hetkel vajalik. Tulenevalt vaatlustest ja termoseire tulemustest peab selle vajalikkust perioodiliselt kaevandamisjäätmeheidlate inventeerimismestiku ajakohastamisel üle hindama.
- d) Pinnadeformatsioonide jälgimiseks on otstarbekas Maa-ameti karjäärade aero-kontrolli raames teha ca 5 aasta tagant LIDARiga kõrgusmõõtmised.
- e) Rakendada alale juurdepääsupiirang. Tähistada ala juurdepääsupiirangu infoga, kus on teave lahtise tule tegemise keelu kohta ja juurdepääsu lubamine vaid valdaja kooskõlastusel.

Nende loetletud meetmete rakendamine vähendab oluliselt keskkonnanariske ja suurõnnetuse ohte ning võimaldab Kukruse kaevandamisjäätmeheidla ka Komisjoni otsus 20. aprill 2009 K(2009) 2856 Artikkel 7 punkt 3 järgi klassifitseerida B-kategooria kaevandamisjäätmeheidlaks.

Meetmete ja asjakohase seire rakendamisel on põhjendatud Kukruse A-kategooria jäätmeheidla klassifitseerimine B-kategooria jäätmeheidlaks.



## 9 Kasutatud kirjandus

1. Suletud, sh peremeheta jäätmeheidlate inventeerimisnimestiku koostamine I ja II etapp. AS Maves, Tallinn 2011, 2012.
2. Reostunud muldade seire, AS Maves, Tallinn 1997.
3. Kukruse A-Kategooria jäätmeheidla õhukvaliteedi mõõtmine (Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn 2018).
4. Kukruse A-kategooria jäätmeheidla korrastamiseks ettevalmistava projekti koostamine. Teostatavusuuring. AS Infragate Eesti, IPT Projektijuhtimine OÜ, Tallinn 2015.
5. Kukruse A-kategooria jäätmeheidla korrastamise ettevalmistava projekti koostamine, uuringute aruanne. IPT Projektijuhtimine OÜ, Tallinn 2015.
6. Kukruse aherainemäe keskkonnauuringud sh termopildistamine. Kobras AS, Tartu 2017.
7. Kukruse A-kategooria jäätmeheidla korrastamise ettevalmistava projekti koostamine. Tööprojekt. AS Infragate Eesti, IPT Projektijuhtimine OÜ, Tallinn 2016.
8. Risk based environmental site assessment of landfills, Estonia. Norwegian Geotechnical Institute, 2004.
9. Jääkreostusobjektide inventariseerimine 2014-2015. Hinnangute koostamine ja andmete analüüs. Maves AS, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn 2015.
10. Põlevkivituhkade ohtlikkuse uuring. Tallinna Tehnikaülikooli Energiatehnoloogia instituut ja Tartu Ülikooli Geoloogia osakond, Tallinn 2019.
11. Kohaliku omavalitsuse eriplaneering Kukruse aherainemäe ümberpaigutamiseks keskkonnamõju strateegilise hindamise I etapi aruanne. Kobras AS, Tartu 2017
12. Kukruse a-kategooria jäätmeheidla korrastamise keskkonnamõju hindamine. OÜ Alkranel, Infragate Eesti AS, IPT Projektijuhtimine OÜ, Tartu 2014-2015.
13. Ohtlike jääkreostuskollete kontroll ja uuringud, AS Maves, Tallinn 2004.
14. 90 aastat põlevkivi kaevandamist Eestis, TTÜ 2006.
15. Suletud kaevandamisjäätmeheidlate seisukorra hindamine. EKUK, Tallinn 2020.
16. Põlevkivi isekuumenemine ja isesüttimine, Artur Ivanov, Sisekaitseakadeemia Päästekolledž. Lõputöö, Tallinn 2012.
17. Kukruse aheraineladestu põhjaveeuuring, Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere 2020.
18. LIFE/IPE/EE/000007 alategevus C.8 Veest sõltuvate looduslähedaste elupaikade võrgustiku kujundamine kaevandatud aladel. Ülevaade nikli sisaldusest Aidu ja Narva karjääri tranšee 13 veekogude süsteemis. EKUK, Tallinn 2020.