

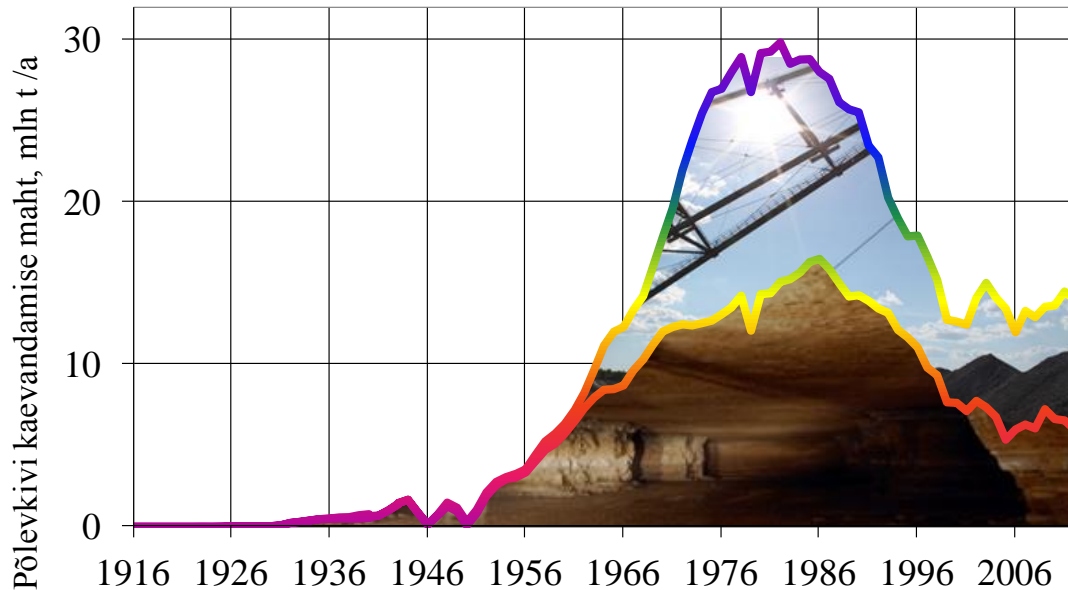
## **9. Põlevkivi kaevandamise tehnoloogiate keskkonnamõjust aastatel 2016-2030**

*Ingo Valgma, Vivika Väizene*

Keskkonnamõju analüüsitakse aastal 2008, kui fikseeriti kaevandamise piirmäär ning aastal 2023 kui perioodi 2016-2030 keskmine aasta. Territoriaalselt arvestatakse praegu kehtivate kaevandamislubade mäeeraldiste, taotletavate ning tulevikus taotletavate mäeeraldistega. Välja on toodud põlevkivi kaevandamise pärandmõju kuni 1991. aastani. Arvestatakse maailmas kasutuses olevaid kaevandamise keskkonnamõju hindamise metoodikaid ja standardeid [16]. Keskkonnamõjusid hinnatakse kahel aastal, 2008 ja 2023 arvestades parimat võimalikku tehnoloogiat ning halvimat võimalikku lahendust mõjude skaalal [24, 25]. Analüüsitakse põlevkivi kaevandamise keskkonnamõju kolme kaevandamismahu korral kuni 20 mln t /a, kuni 24 mln t /a ja kuni 28 mln t /a.

Keskkonnamõju analüüsitakse kaevisse transportimiseni sihtkohta, töös ei arvestata kaevisse töötlemisega kaasnevat keskkonnamõjusid. Keskkonnamõju valdkonnad on aheraine kasutus, maastikumõju, ressursikasutuse efektiivsus, mõju pinna- ja põhjaveele, müra ja tolm.

Hindamisel on kasutatud 7-palli skaalat: 1 mõju on kõige nõrgem ning 7 mõju kõige tugevam. Põlevkivi varu paikneb töötavate karjääride ja kaevanduste väljadel, juba suletud kaevanduste väljadel ja tuleviku väljadel. Varu kaevandamisel on aluseks võetud kehtivad kaevandamisnormid: kaevandatakse põlevkivi aktiivset tarbe- ja reservvaru, passiivset varu ei kaevandata [27]. Kaevandamismahu määramisel mäeeraldistele on aluseks võetud kaevandamisloas või taotluses lubatud maksimaalne põlevkivi kaevandamise kogus aastas. Variant 3 korral kui aastane kaevandamismaht on 28 mln t, on suurendatud maksimaalset aastamäära Narva põlevkivikarjäär II, Narva karjäär ja Estonia kaevanduse mäeeraldistel. Kaevandamiskohtade valikul on eesmärgiks kaevandada esmalt aktiivsete mäeeraldiste varu, seejärel varem töötanud kaevanduste mahajäänud varu (nt Tammiku, Sompä), seejärel töötavate mäeeraldiste kõrval asuvad varud (nt Estoniast lõunas Estonia lõunaosa, Narva karjääril Narva II lõunaosa, Vanaküla karjääridel Vanaküla IX) ning kõige viimasena uued eraldiseisvad kaevandamiskohad (nt Sonda). Kaevandamismahud 1916-1991. aastani on toodud joonisel (Joonis 9-1).



**Joonis 9-1** Põlevkivi kaevandamise maht ning all- ja pealmaakaevandamise jagunemine, mln t/a

### Kasutusel olevad ja võimalikud põlevkivi kaevandamise tehnoloogiad

Põlevkivi kaevandamisel kasutatakse traditsioonilisi lavamaardlate tehnoloogiad. Sarnased tehnoloogiad on kasutuses kihtmaardlates e. peamiselt kiviõie ja kaalisoola kaevandamisel. Tehnoloogia kasutuspiirid on määratud avakaevandamisel katendi paksusega ja katendikivimite tugevuse ning püsivusega. Allmaakaevandamisel on tehnoloogia piiratud kattekivimite püsivusega. Põlevkivi raimamise tehnoloogia on piiratud peamiselt aheraine e. paekivi kõvadusega.

Põlevkivi kaevandatakse karjäärides vaalkaevandamisviisiga. Katend teisaldatakse draglainidega sisepuistangusse. Põlevkivikihind väljatakse buldooserkobestiga selektiivselt või puurlõhketöödega kogu kihindi ulatuses e. mitteselektiivselt. Põlevkivi laaditakse karjäärrikalluritesse kopplaadurite, mehaaniliste labidate või hüdrauliliste ekskavaatoritega. Kalluritega veetakse põlevkivi mööda veotranšeesid ja veoteid kas rikastusvabrikusse või purustus- sorteerimis- laadimissõlme. Tarbijale veetakse põlevkivi rongiga.

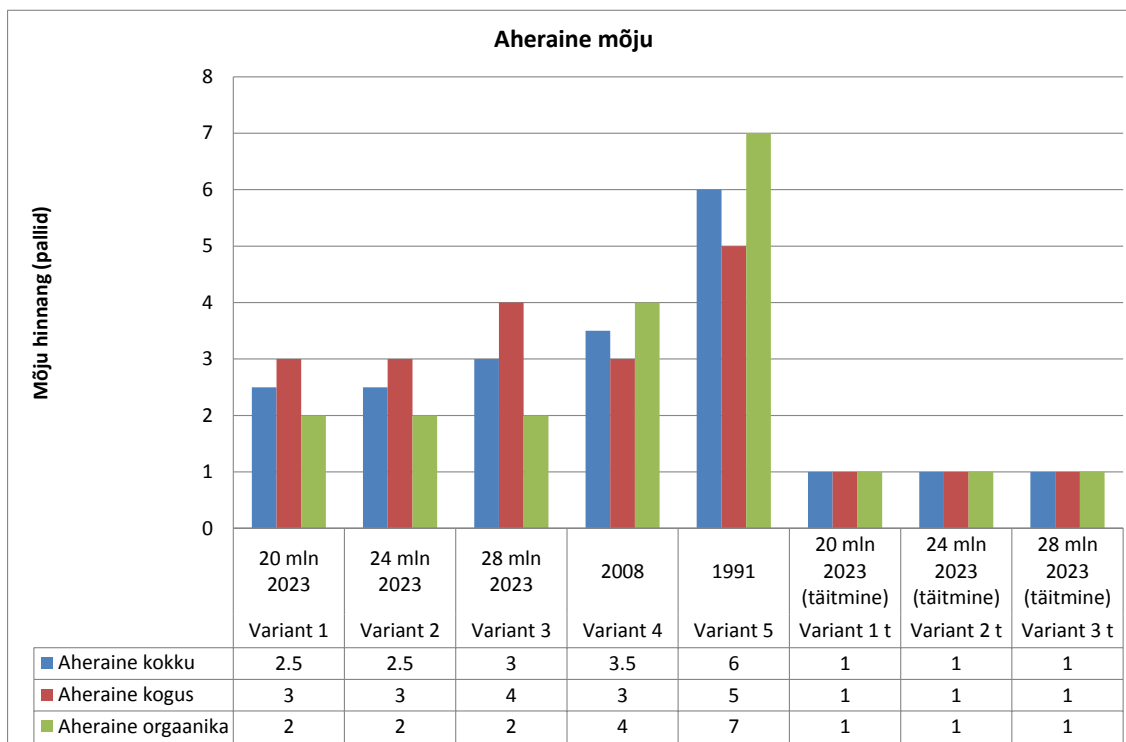
Kaevandustes väljatakse põlevkivi puurlõhketöödega kamberkaevandamisviisiga. Lagi hoitakse üleval tulptervikutel. Kaevis laaditakse kopplaaduritega punkerpurustisse ja transporditakse kraapkonveieri ning vagonettide (lintkonveieri) abil kaevanduse hoovi. Maapinnal asuvasse rikastusvabrikusse tõstetakse kaevis kaldkonveieril.

Praegused kaevandamistehnoloogiad sõltuvad nende kasutuskoha traditsioonidest ja sõltuvad kapitalimahutustest. Pidevalt otsitakse ja katsetatakse uusi tehnoloogiaid. Kui mäendustingimused muutuvad, siis on otstarbeks uute avatavate kaevanduste puhul kaaluda ka teiste, võimalike kaevandamistehnoloogiate kasutamist. Peamised muudatused on seotud paksema katendi, ebapüsivamate kattekivimite ja tehnoloogia arenguga näiteks kombainkaevandamise puhul [3]. Avakaevandamisel eristatakse katendi eemaldamise ja kihindi väljamise tehnoloogiat mida võib muuta üksteisest oluliselt mõjutamata.

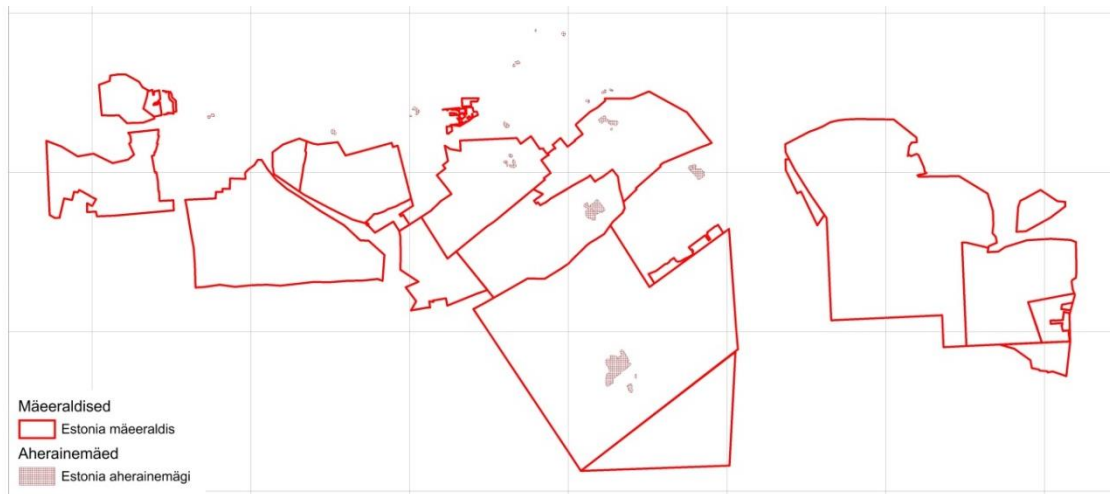
### Aheraine kasutamine

Põlevkivi aheraine tekib põlevkivikaevise rikastamisel, kui kaevisest eraldatakse põlevkivi. Aheraine saab nimetada kaevandamisel tekkivaks jäägiks, millel ei ole veel parimat kasutusala leitud [6,17].

Aheraine mõju hindamiseks tuleb vaadelda kahte poolt: 1) ladestatava aheraine kogust ja 2) ladestatava aheraine orgaanikasisaldust. Sellest lähtuvalt annavad mõlemad hinnaskaala punktid ning aheraine mõju üldhinnang on nende vaheline aritmeetiline keskmine (Joonis 9-2).



**Joonis 9-2 Aheraine mõju hinnang hinnangupallides**



### Joonis 9-3 Põlevkivi olemasolevate aherainemägede asukohaskeem

Lähtuvalt lähteandmetest on teada olemasolevate aherainemägede omadused, kuju, ohtlikkus jt andmed (Joonis 9-3). Andmeid analüüsid saab tuua välja, et viimaste aastate jooksul tekib keskmiselt 5 miljonit tonni aherainet (Joonis 9-4). Aheraine kasutamise eesmärgiks on kogu tekkiva aheraine kasutamine tee-ehituses, ehituses või täitematerjalina. Rikastusvabrikutes rikastatud põlevkivi töötlemisel jääb järgi aheraine orgaanikasisaldusega kuni 4%.



#### Joonis 9-4 Aheraine tekkimise dünaamika Eesti põlevkivimaardlas (1945 kuni 2023)

Põlevkivi aheraine keskkonnamõju pärandmõju on igale Ida-Virumaad külastavale isikule märgatav, kuna maastik on liigendatud aheraine mägedega, mida on kokku 34 erinevat aheraine puistangut. Lähtuvalt kasutatud kaevandamistehnoloogiast, rikastamistehnoloogiast on jäänud mägedesse ekstreemsetel juhtudel kuni 15% orgaanikat, mis teatud olukordades ise süttib. Nii on ka juhtunud, mille eredaim näide on Kukruse aherainepuistang, mis põleb seest siiani. Keskmiselt ladustati aheraine mägedesse kuni 6,3 mln t/a.

#### Maastikumõju

Maastikumõju hindamise alusandmed on kaevandamistehnoloogiad, kaevejärgud, maastikuelemendid, stabiilsuskategooriad ja pinnakattetüübid.

Kaevandamistehnoloogiad on:

1. Vaalkaevandamine draglainidega või hüdrauliliste ekskavaatoritega.
2. Tulptervikutega kamberkaevandamine.
3. Tulevikutehnoloogiana tulptervikutega kamberkaevandamine täitmisega.

Käesolevas töös ei käsitleta teisi potentsiaalseid kaevandamistehnoloogiad nagu – puistangusildadega paljandamine, lankkaevandamine või lühieekombainkaevandamine.

Käsitletakse etappe, mille algusaasta on 1916, ehk kaevandamise algusaasta. Lõpuaastad on 1991, 2008, 2023 (Joonis 9-5).

Madalamad alad on sobilikud avakaevandamiseks ja sügavamad allmaakaevandamiseks. See tuleneb kaeveväljal kasutatavast tehnoloogiast, majanduseelistustest, kaevandamistavast, eelistustest e. kaevandaja soovist ja kohalikest piirangutest. Oluline valikukriteerium on kattedkivimite paksus e. katenditegur. Vaieldavaks alaks võiks olla näiteks Aidu karjääri lõunaosa või Narva karjääri lõunaosa, kus oleksid kaalutavad nii ava- kui allmaakaevandamisviisid.

Kaevandamise mõju maastikule saab hinnata mõõdetavate ja hinnanguliste näitajate kaudu (Joonis 9-6). Mõõdetavad on geomeetrilised ja mehhaanilised näitajad [1,4]. Kuna osa neist on piirangud, siis on need kõige selgemad hindamiskriteeriumid (ebastabiilne nõlv, maapind). Suur osa otsustest tehakse ka hinnangute alusel, mis ei ole mõõdetavad (aheainemägi on ilus, kole, hea, halb) [11]. Kaevandamise mõju maastikule ei ole maailmas seadusandlikult standardiseeritud või kategoriseeritud. Nõudeid esitatakse maaomanike poolt vastavalt kohalikele oludele. Seadusandlus on muudetud paindlikuks sätestades vaid mõned piirtingimused [25].

Kaevandamisega rikitud maa korrastamise kord sätestab loodusseadustest tulenevad nõuded, milleks on:

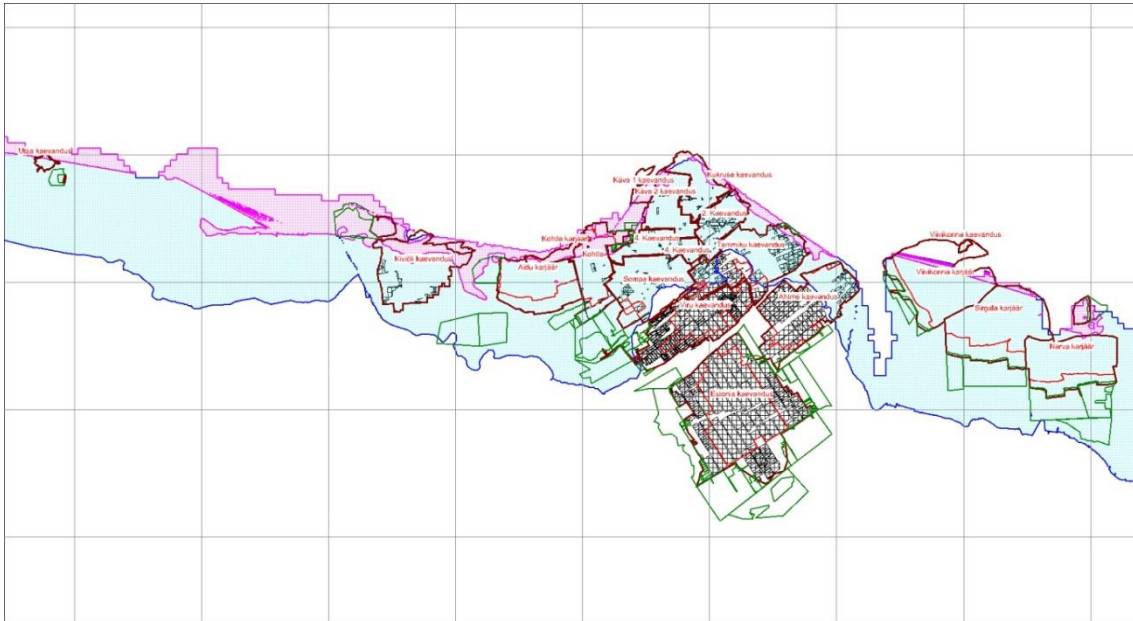
1. Vaalkaevandamisega rikitud maa puhul: Tasandatud ala läbivate kaevikute nõlvnurk peab olema väiksem kui väljatud katendi püsinurk.
2. Kaljuse kivimi karjääri küljed kujundatakse vastavalt korrastamistingimustele kas laugeks, kattes need taimeistikule sobiva pinnasega nii, et nõlvnurk ei ületaks nõlva katvate kivimite püsinurka, või jäetakse järsuks, puhastades nad kivimi ebapüüvatest osadest nii, et oleks kõrvaldatud varinguoht. Järsk külg tuleb tõkestada ülevalt valli, põõsastiku, heki või piirdega [28].
3. Kaevandamisloa omanik peab tagama kaeveõõnte füüsilise stabiilsuse ja vajumite tekke vältimise vastavalt Eesti maapõueseadusele [26].

Peamised soovitusel mis on olnud eelnevalt kehtinud seadusandlikes aktides:

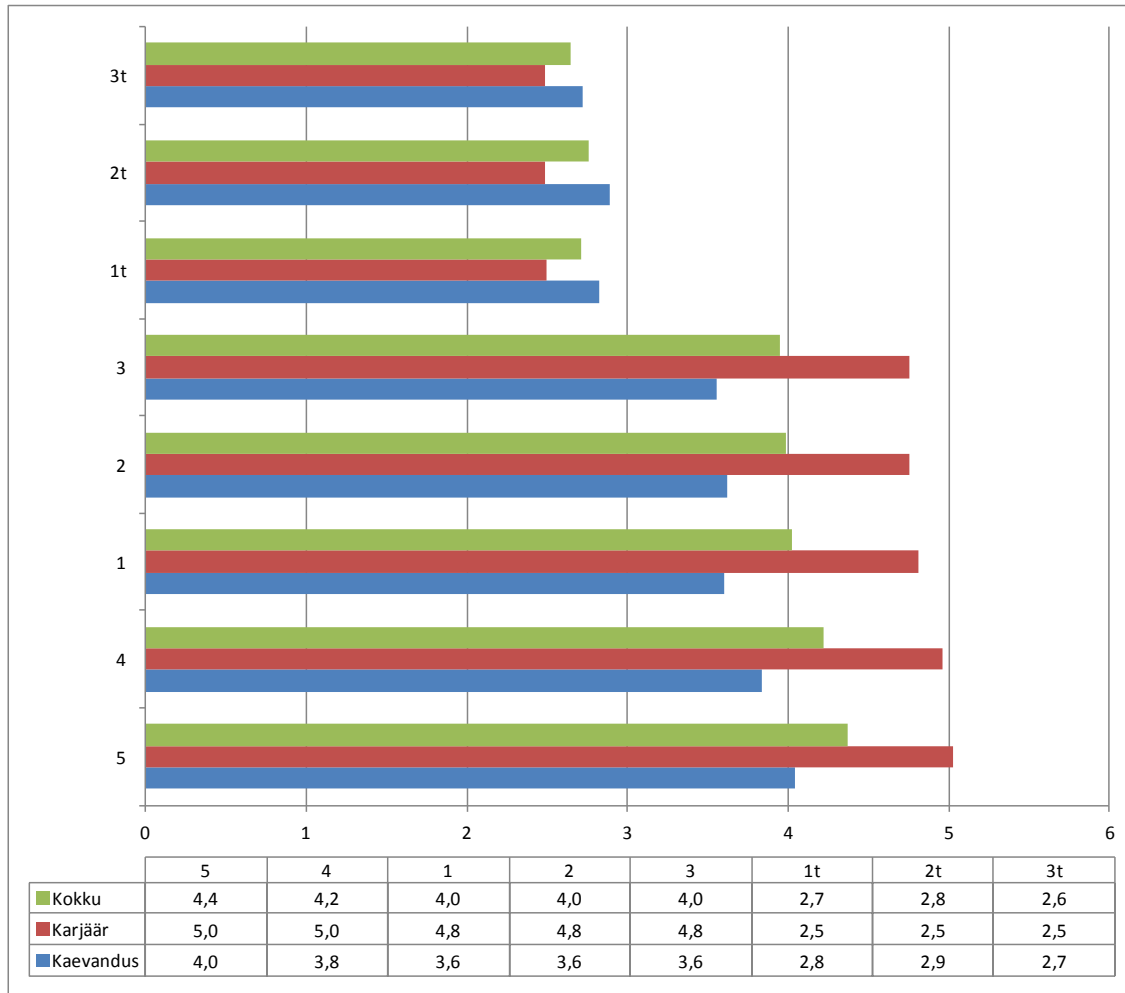
1. Karjääripuistangu rekultiveerimisel metsamaaks tuleb tagada, et maapind ei jääks liialt laineline. Maksimaalne nõlvnurk kuni 8 kraadi. Tagada maapinnast madalam põhjaveetaseme sügavus (mitte vähem kui 0,7 m maapinnast).
2. Karjääripuistangu rekultiveerimisel põllumaaks tuleb tagada maapinna minimaalne lainelisus. Maksimaalne nõlvnurk kuni 3 kraadi ja vältida sulglohkude tekitamist. Tagada põhjaveetaseme sügavus mitte vähem kui 1 m maapinnast.

Peamised kategooriad, mida kasutatakse altkaevandatud maapinna klassifitseerimisel, on stabiilsuskategooriad [12,13,9]:

1. Püsiv maa
2. Langetatud maa
3. Stabiilne maa
4. Kvaasistabiilne maa



Joonis 9-5 Kaevandamissügavuse 0-12 ja 13-40m andmetel rajoneeritud kaevandamisala. 10x10km võrgustik

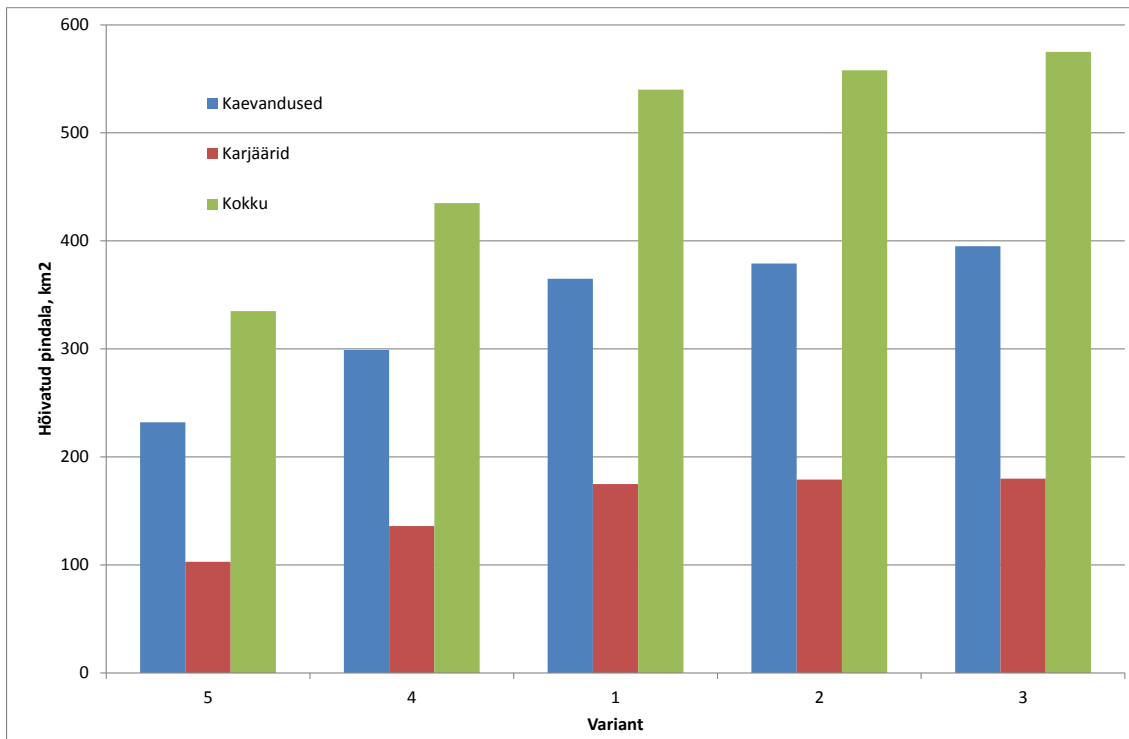


Joonis 9-6 Maastikumõju kaalutud keskmised hindepallid

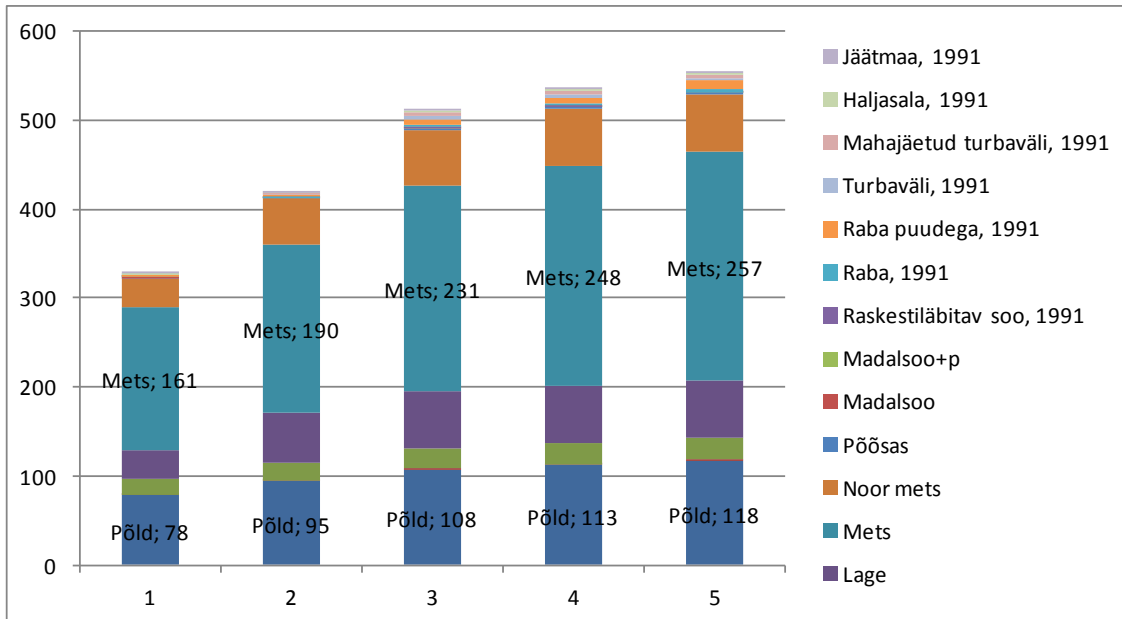


Pärandmõju käsitleb perioodi 1916 kuni 1991 aastani.

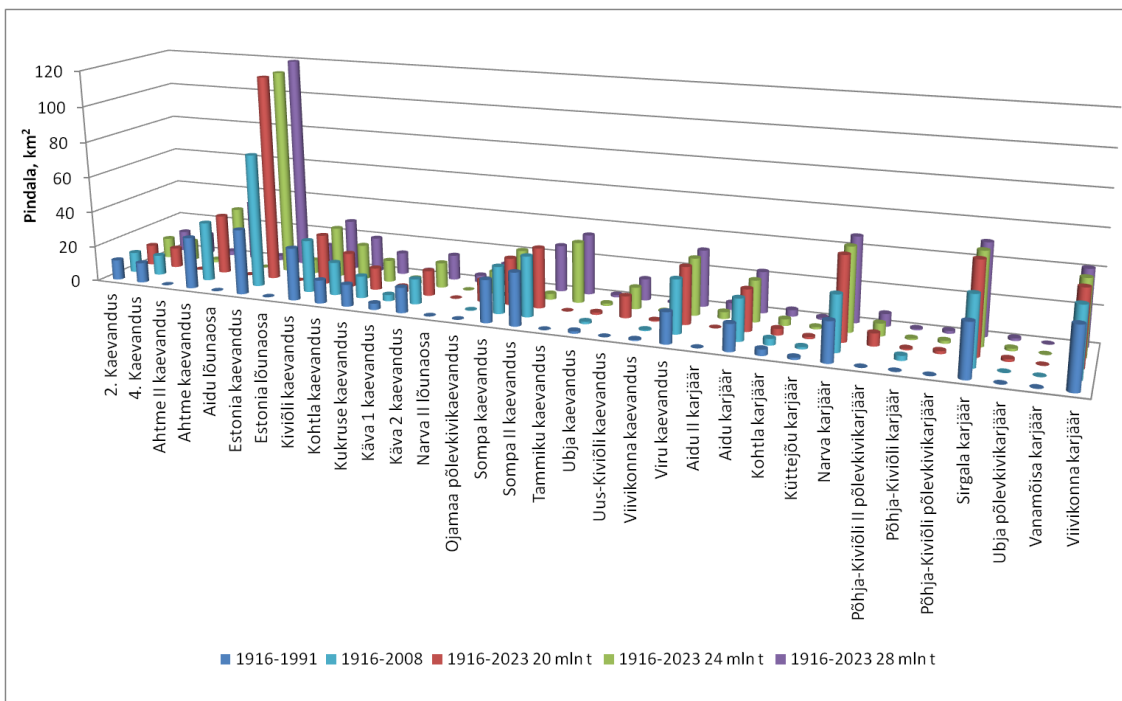
Kaevandamisel jäeti või jäetakse karjääride alale puistangud, tranšeed ja kaevanduste alale muudetud stabiilsusega alad, mis on enamuses kaetud metsaga (Joonis 9-7, Joonis 9-8, Joonis 9-9).



Joonis 9-7 Kaevandatud alade suurused, km<sup>2</sup>



Joonis 9-8 Maakatte jaotus aladel, km<sup>2</sup>



Joonis 9-9 Kaevandatud alad kaevetväljade kaupa

Vastavalt käsitletavatele variantidele on näidatud maakatte jaotus kaevandamisaladel. Maakatet on võimalik hinnata praeguse Eesti topograafilise andmekogu järgi ja hinnata, millega kaetud aladel toimub või hakkab toimuma kaevandamine. Aidu II mäeeraldise kasutuselevõtt karjäärialana on problemaatiline, kuna alal asuvast Maidla vallast on leitud muinasaegne mõök [14], kuid selle leiukohta pole muinsuskaitse alla võetud. Vahetus

läheduses paikneb Maidla mõis, väljal asuvad ohvrikiivid. 1241. aastal "Taani hindamisraamatus" on esmamainitud 16 adramaaga Aidu küla põllusiilud, mis ulatusid osalt ka Maidla väljale.

### Mõju põhja- ja pinnaveele

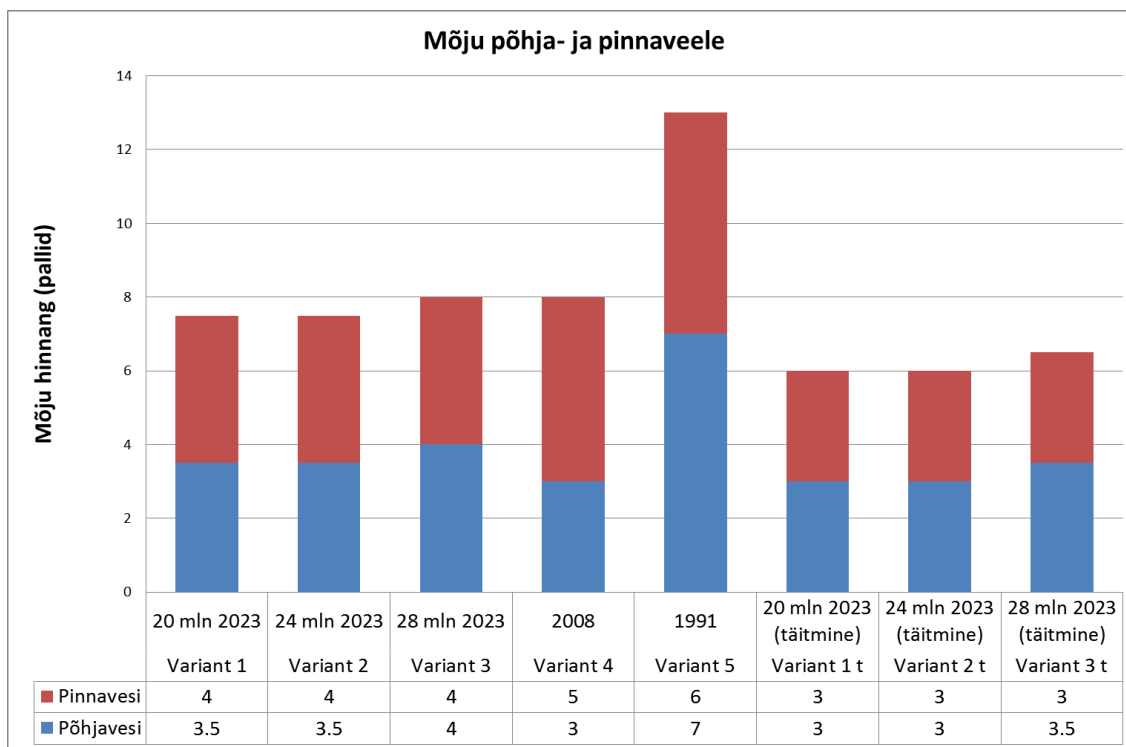
Põlevkivikaevandamise mõju hindamisel põhja- ja pinnaveele tuleb lähtuda mõjust hüdrogeoloogiale, hüdroloogiale ja hüdrogeokeemiale:

- põhjavee tasemete muutused (alanduslehtri tekkimine ja muutumine)
- mõju pinnaveekogudele (põhjavee väljapumpamise mõju)
- pinna- ja põhjavee keemilise koostise muutus

Kõik need muutused on seotud ajalise dünaamikaga ning vaadeldavad kolmes etapis:

- enne kaevandamist (või kaevandamise laienemist)
- kaevandamise ajal
- pärast kaevandamist (ka prognoosid)

Põlevkivi kaevandamise mõju põhja- ja pinnaveele hinnangupallides on toodud järgneval graafikul (Joonis 9-10).



**Joonis 9-10 Põlevkivi kaevandamise mõju põhja- ja pinnaveele hinnangupallides**

Põlevkivi kaevandamiseks on tarvilik alandada põhjaveetaset, sest põlevkivikihind asub põhjaveetasemest allpool. Nii on tekkinud Ida-Virumaale alanduslehter. Kaevandustest välja pumbatav vesi suunatakse jõgedesse, mille kaudu vesi jõuab Soome lahte, Peipsi

järve ning infiltreerub tagasi töötavatesse ja suletud kaevandustesse [7]. Väljapumbatavad kogused sõltuvad ilmatikust. Aastas pumbatakse keskmiselt välja 212 mln m<sup>3</sup> kuni 265 mln m<sup>3</sup> vett.

Võttes arvesse TTÜ Mäeinstituudi poolt läbi viidud hüdrogeoloogilisi töid [2; 5; 20; 21; 22; 23; 19; 18] ning samuti Eesti Geoloogiakeskuse OÜ ja AS Maves poolt korraldatud tööde tulemusi ning Keskkonnainfo seireandmestikku saab välja tuua järgmised olulised seisukohad:

- Väljapumbatava veekogus ei olene suuresti põlevkivi kaevandamismahust vaid sademete hulgast.
- Suletud kaevanduste veetase sõltub peamiselt ilmastikuoludest ja sademete rohkusest. Veetase on reguleeritud töötavate kaevanduste ning väljavoolude (Tammiku väljavool Rausvere jõkke ja Ahtme väljavool Sanniku ojja) kaudu.
- Töötavate kaevanduste poolt väljapumbatavast veest moodustab bilansikomponentide järgi kuni 65% põhjavesi ja kuni 35% on juurdevool suletud kaevandustest ja äravoolukanalist.
- Töötavate karjääride poolt väljapumbatavast veest moodustab bilansikomponentide järgi kuni 25% põhjavesi, kuni 13% suletud kaevandused ja 62% on sademevesi.
- Vee välja pumpamine mõjutab samuti põhjavee kvaliteeti (keemilist koostist). Töötavate ja suletud kaevanduste piirkonnas on põhjavesi muutunud sulfaatide, kaltsiumi, magneesiumi ja üldise mineraalsuse tõusu arvel. Põhjavee kvaliteet paraneb pärast kaevanduste sulgemist mõne aasta jooksul, kui langevad sulfaatide sisaldused ja tagavad kooskõla joogivee standardiga.
- Veekvaliteedi tagamiseks on koostatud seirevõrk ning see tagab kvaliteedi jälgimise ning ohu tekkides jõutakse reageerida.
- AS Maves poolt läbiviidud uuring kinnitab, et nii pinna- ja põhjavett mõjutavad maapeal olevad põlenud aheraineladestud ja poolkoki ladestud. Kaevandamisjäätmete hoidlast välja kantavad ohtlikud ained muudavad puistanguala ja selle lähiümbruse põhjavee joogiveeallikana kasutuskõlbmatuks. Põhjavesi on reostunud eelkõige naftasaaduste ja polütsükliliste aroomaatsete süsivesinikega.
- Seadusandlusest lähtuvalt peavad põlevkivi kaevandavad ettevõtted tagama elanikele joogivee. Selleks investeerivad ettevõtted suurkaevude ning ühisveevärgi süsteemidesse, et elanikud saaksid tarbida puhast joogivett.
- Kohalike elanike veevarustusprobleemid on lahendatud tarbepuurkaevude rajamisega ning suuremate asulate veevarustus on tagatud ühisveevärgiga.
- Kaevandustest välja pumbatavad veekogused ja nende suunamine jõgedesse tagab neis ühtlase veevoolu ja veevoolu kõikumine väheneb, mis annab stabiilsema olukorra nii veetaimestikule kui ka elustikule.
- Kaevandusvete mõju elusloodusele on negatiivne hapnikuvaestes tingimustes seisuveekogudes. Samas võib täiendav vee sissevool parandada seisuveekogude hüdrooloogilist režiimi Kurtna järvestikus, mida tugevasti mõjutab Vasavere veehaare. Vooluveekogudes võib kaevandusvee sissevool mõjutada elustikku hüdrooloogilise režiimi muutumise kaudu, kuid sellise muutumise mõju elusloodusele pole üheselt selge [10].

## Ressursikasutus

Maavara varu kasutamine Eesti maapõueseaduse mõistes on väljamine tootmise eesmärgil ja ka maavara tarbimine seda võõrandamata või kasutamine looduslikus seisundis, ka tervikute jätmine maapealsete objektide hoidmiseks. Nii on kadu ka hoitavate objektide alla jäetud maavara. Ressursikasutust on hinnatud ressursi kasutamise tõhususe põhjal, mis arvestab kaevandamistehnoloogiat ja geoloogilisi iseärasusi. Kaod

tulevikus kasvavad, kuna väheneb avakaevandamise osalus. Sellest tingituna langeb ka ressursikasutuse efektiivsus. Täitmisega kaevandamise puhul saab eeldada väljamiskao olulist vähenemist [15].

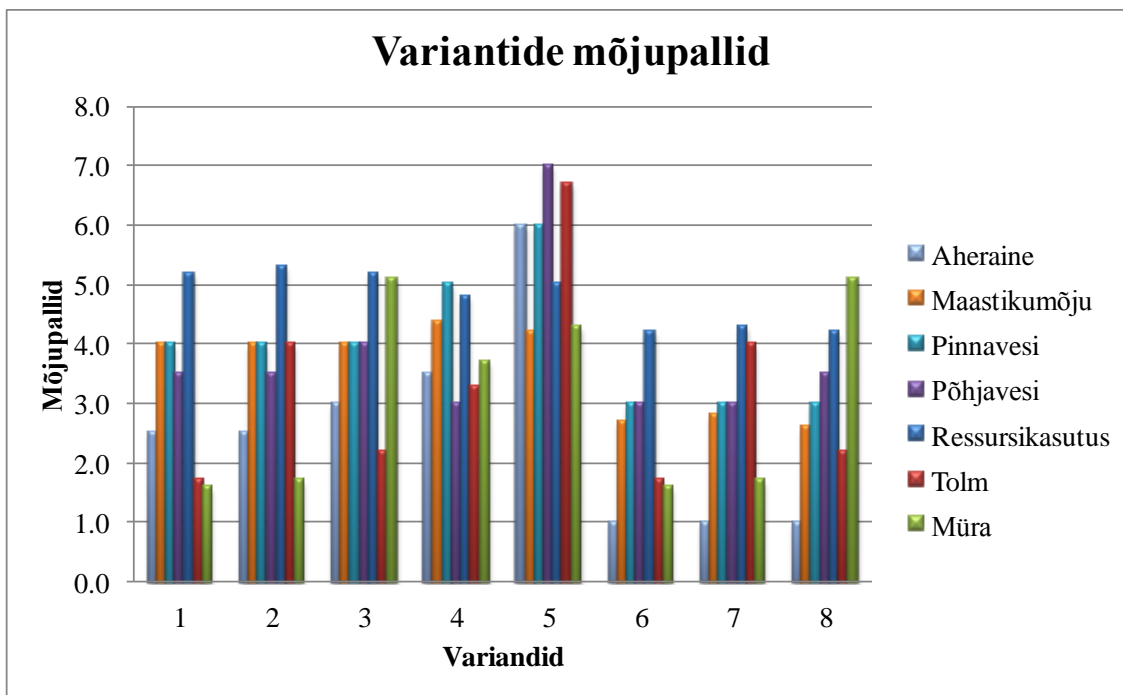
### **Tolm ja müra**

Põlevkivi kaevandamise müra põhiallikad, mis häirivad inimesi on rööbastransport ja lõhketööd. Lisaks tekitavad müra ka rikastustehased ja karjäärimasinad, mis asuvad territooriumidel, kus on lubatud kõrgem müratase. Prognooside kohaselt liiguvad mäetööd inimasustusest kaugemale ja kaevandustesse, mis vähendavad mõju inimestele. Müra saab leevendada kui rööbastransport asendada konveiertranspordiga, istutada transpordi teede äärde puid või rajada müratõkkeid.

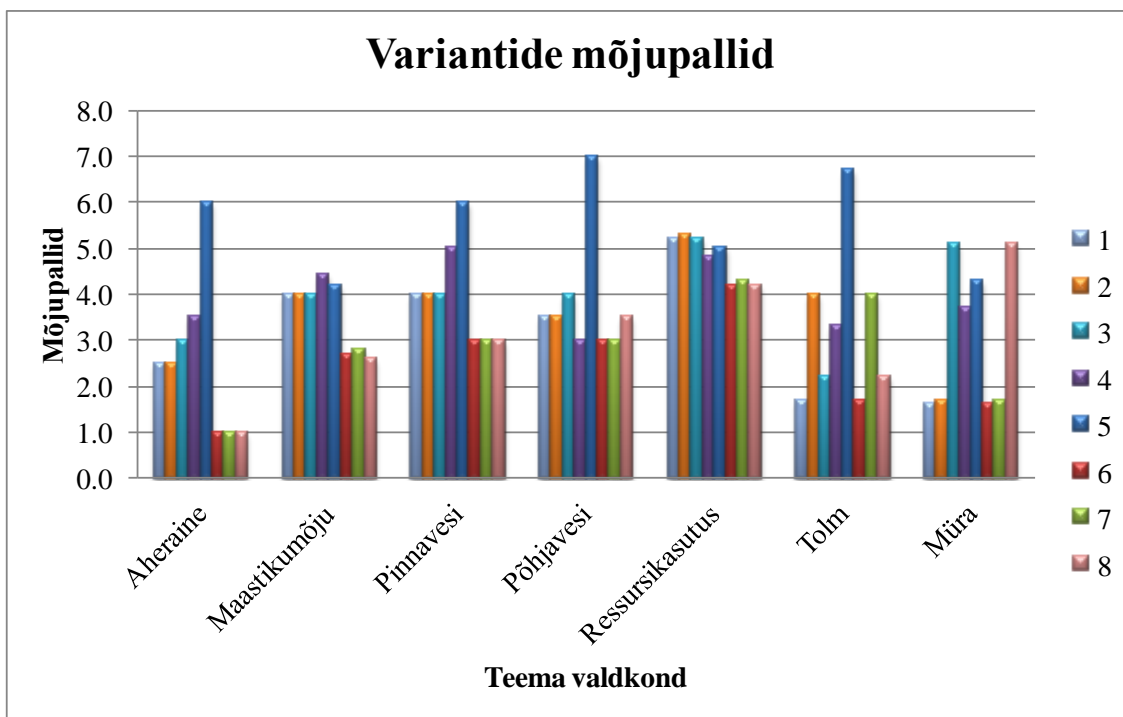
Põlevkivi kaevandamise tolmu tekke allikas, mis häirib inimesi on rööbastransport. Lisaks tekitavad tolmu ka lõhketööd, rikastustehased ja karjäärimasinad, mis asuvad territooriumidel, kus inimasustus on hõre või puudub üldse. Leevendavate meetmetena saab tolmu puhul kasutada kaetud rööbastransporti, kaetud konveierit. Karjääriteid tuleb niisutada või katta tolmuvaba kattega.

### **Kokkuvõte**

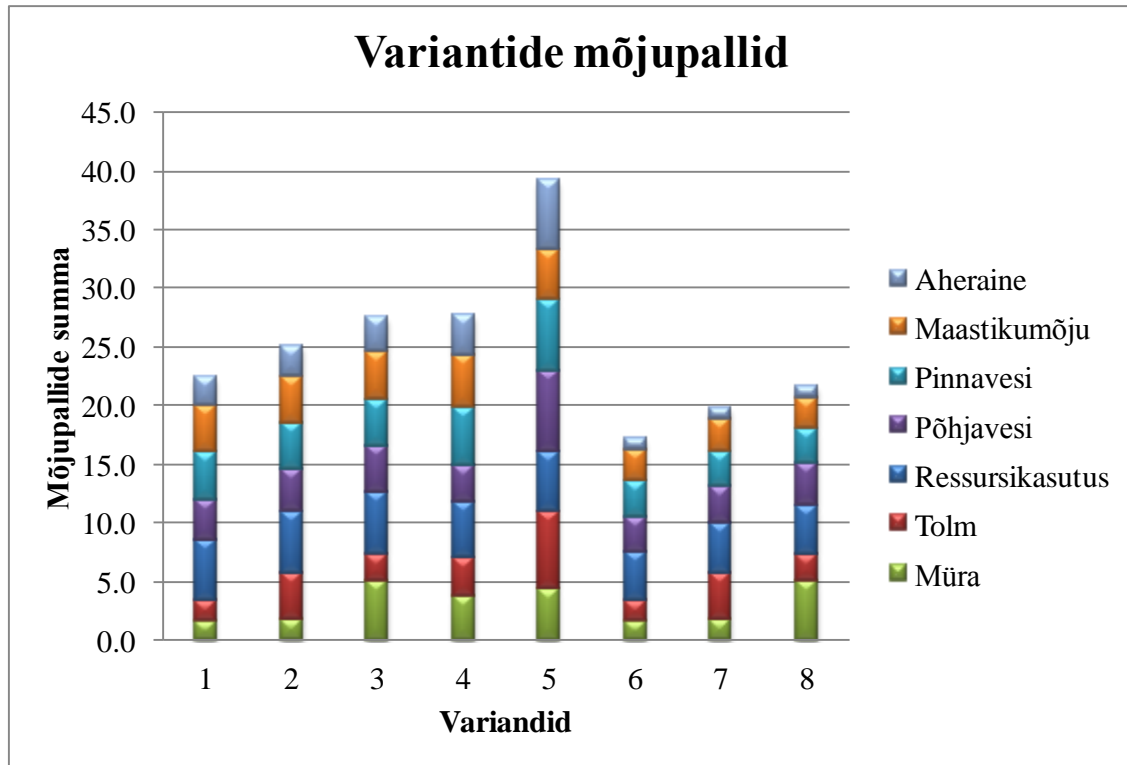
Erinevate variantide mõjupallide summast on näha, et kõige tugevam põlevkivi kaevandamise keskkonnamõju on variandil 5 ehk kuni aastani 1991, kokku 39,2 palli (Joonis 9-11). Võrreldes teiste variantidega oli siis suurem mõju aheraine, pinna- ja põhjavee ja tolmu valdkonnas (Joonis 9-12). Tänapäeval ja tulevikus muutub kaevandamine efektiivsemaks ja keskkonnasõbralikumaks võrreldes perioodiga enne 1991 aastat. Tuleviku variandid 1, 2 ja 3 kasvavad võrdeliselt toodangumahu suurenemisega ning samad variandid täitmisega kaevandamise korral kasvavad samas suunas, kuid on summaarselt 5 kuni 7 palli võrra väiksema mõjuga (Joonis 9-13).



Joonis 9-11 Erinevate variantide mõjupallid valdkondade kaupa



Joonis 9-12 Mõjupallid valdkondade kaupa



**Joonis 9-13 Erinevate variantide mõjupallide summa**

Aheraine keskkonnamõju on võimalik vähendada, kui leitakse kasutusotstarve. Peamised kasutust leidvad võimalused on tekkiva aheraine töötlemine ehitusmaterjaliks, kasutamine kaevanduste täitmisel täitematerjalina, kasutamine lubja toormena jt võimalused.

Maastikumõju leevendav meede avakaevandamise korral on korrastamine ja täitmine. Allmaakaevandamise korral on leevendav meede täitmine, mille korral uuemaks suunaks võib nimetada pastakujulise täitematerjaliga täitmist [8]. Stabiilse maa jätmise üks alternatiividest on lausväljamine lauslangetamisega, mis on maailmas laialdases kasutuses.

Hüdrokeemia poolt on määratud aktidega seiravate elementide norm ja piirväärtused, mida tuleb järgida. Vee muutuste jälgimiseks on koostatud nii riiklike kui ettevõtete põhiseid seirevõrke. Seirevõrkude ülesandeks peab olema erinevate aktidega määratud elementide seire ja järelevalve.

Põhja ja pinnavee hindamiskaala kujunemisel tuleb arvestada: alanduslehtrite koondpindala suurusega; veepumpamise mahuga ja veekeemiliste näitajatega. Alanduslehtri koondpindala suuruse juures on oluline, kui suur maa-ala on alanduslehtrist mõjutatud. Veepumpamise juures tuleb arvestada maa alt välja pumbatavate veekogustega. Veekeemia juures tuleb jälgida neid põhja- ja pinnavee keemilisi näitajaid,

mis ületavad lubatud norme, kui piirväärtused ja läviväärtused, mis on määrustes toodud ületavad lubatud normi, siis on kindlasti kõige halvem, ehk 7 palli.

Et piirväärtusi ületanud keemilised näitajad pinna- ja põhjavee puhul viia normi piiridesse, selle jaoks tuleb teha pidevat seiret ning jälgida, et settebasseinid töotaksid optimaalselt ja ettenähtud tingimustel. Rangelt tuleb jälgida, et pinnavette ei satuks edaspidi lubamatutes kogustes fenooli ja naftasaadusi. Samuti mõjub põhjavee kvaliteedile hästi, kui kaevandused, kus põlevkivi enam ei kaevandata täituvad veega. Sellisel juhul väheneb põhjavees SO<sub>4</sub> sisaldus seoses põhjavee taseme stabiliseerumisega.

Töö on seotud uuringuga ETP AR12007 nr. 3.2.0501.11-0025 – Põlevkivi kadudeta ja keskkonnasäästlik kaevandamine – [mi.ttu.ee/etp](http://mi.ttu.ee/etp), B36 - Kivimi raimamine ja rikastamine valikmeetoditega - [mi.ttu.ee/rikastamine](http://mi.ttu.ee/rikastamine).

## Viited

1. Dawei Zhou<sup>1</sup>, Kan Wu<sup>1</sup>, Ranli Chen<sup>2</sup> and Liang Li<sup>1</sup>. GPS/terrestrial 3D laser scanner combined monitoring technology for coal mining subsidence: a case study of a coal mining area in Hebei, China. Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards. Springer Science+Business Media Dordrecht 2013
2. Eesti põlevkivimaardla tehnoloogiline, majanduslik ja keskkonnakaitseline rajoneerimine. TTÜ Mäeinstituut. 2005
3. Eesti põlevkiviressursi kasutamissuundade riikliku strateegia aastani 2020 alusuuringud, TTÜ Mäeinstituut, Tallinn 2006
4. Eesti topograafiline andmekogu (ETAK). Maa-amet. 2008.
5. Erg, K., Karu, V., Lind, H., Torn, H. 2007. Mine pool water and energy production. Doctoral school of energy- and geo-technology January 15–20, 2007, Kuressaare, Estonia.
6. Karu, V.; Rahe, T.; Närep, E.; Väizene, V.; Costa, J. (2013). Pilot Unit for Mining Waste Reduction Methods. Environmental and Climate Technologies, 39 - 44.
7. Kolats, M.; Valgma, I.; Robam, K.; Väizene, V.; Karu, V.; Reinsalu, E.; Sõstra, Ü. (2014). Mine water and dewatering of oil shale, limestone and phosphate rock mines in Estonia. In: Resources and energy saving: (Toim.) I. Valgma. Mäeinstituut, 2014.
8. Li, L. (2014). "Generalized Solution for Mining Backfill Design." Int. J. Geomech., 14(3)
9. Liblik, Valdo; Rätsep, Aavo; Toomik, Arvi (2005). Suletud ja suletavate kaevanduste keskkonnamõju. Valdo Liblik, Jaan-Mati Puning (Toim.). Keskkond ja põlevkivi kaevandamine Kirde-Eestis = Environment and oil shale mining in North-East Estonia (31 - 52). Tallinn: Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut
10. O. R. T. e. a. Gavrilova, „Life Cycle Analysis of the Estonian Oil Shale Industry,“ ELF & TTÜ, Tallinn, 2005.
11. Pensa, M.; Sellin, A.; Luud, A.; Valgma, I. (2004). An analysis of vegetation restoration on opencast oil shale mines in Estonia. Restoration Ecology, 12, 200 - 206.



12. Reinsalu, Enno ; Toomik, Arvi ; Valgma, Ingo (2002). Kaevandatud maa . Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool
13. Reinsalu, Enno; Valgma, Ingo; Sepp, Mait; Toomik, Arvi (2001). Altkaevandatud maa kasutamise võimalused Kohtla kaevanduse näitel. Reinsalu, E. (Toim.). Mida tähendab kaevanduste sulgemine keskkonnale? (15 - 20). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, <http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/teadus/kohtla.pdf>
14. Romanovitš, G. 2009. [Muinasaegse mõõga leiukoht läheb kaitse alla](#). Põhjarannik 18.2.2009,
15. Šommet, J.; Pastarus, J.-R. (2011). Характер разрушения закладочных массивов. Проблемы Недропользования. Санкт-Петербургский Государственный Горный Инс, 191, 189 - 190.
16. Šommet, J.; Pastarus, J.-R. (2012). Comparison of Dolostone and Limestone Assessment Methods for Estonian Deposits. Environmental and Climate Technologies, 9, 35 - 39.
17. Šommet, J.; Sabanov, S.; Pastarus, J.-R. (2010). Analyses of crushed limestone quality developed by different methods for conditions of sustainable mining. Проблемы Недропользования. Санкт-Петербургский Государственный Горный Инс, 189, 133 - 135.
18. TTÜ Mäeinstituut (2010). Estonia kaevanduse ja Narva karjääri veekõrvalduse optimeerimine
19. TTÜ Mäeinstituut (2010). Jõhvi, Toila ja Mäetaguse valla ühise energiasäästliku arengu kavandamine
20. TTÜ Mäeinstituut. (2004) Põlevkivi Kaevandamise AS ettevõtete tööst tulenevate hüdrogeoloogiliste muutuste prognoosi koostamine 1. Etapp
21. TTÜ Mäeinstituut. (2004) Põlevkivi Kaevandamise AS ettevõtete tööst tulenevate hüdrogeoloogiliste muutuste prognoosi koostamine 2. Etapp
22. TTÜ Mäeinstituut. (2004) Põlevkivi Kaevandamise AS ettevõtete tööst tulenevate hüdrogeoloogiliste muutuste prognoosi koostamine 3. Etapp
23. TTÜ Mäeinstituut. (2004) Põlevkivi Kaevandamise AS ettevõtete tööst tulenevate hüdrogeoloogiliste muutuste prognoosi koostamine 4. Etapp
24. Valgma, I.; Leiaru, M.; Karu, V.; Iskül, R. (2012). Sustainable mining conditions in Estonia. 11th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering", Doctoral Scholl of Energy and Geotechnology, Pärnu, Estonia, 16-21.01.2012 (229 - 238). Tallinn: Elektri ajam
25. Valgma, I.; Väizene, V.; Orru, M.; Vendla, S.; Ljaš, J.; Pensa, M.; Karu, V. (2014). Influence of oil shale mining on the environment in Estonia. In: Resources and energy saving: (Toim.) I. Valgma. Tallinn: Mäeinstituut, 2014.
26. Väizene, V.; Orru, M.; Valgma, I.; Pastarus, J.-R.; Sõstra, Ü. (2014). Selisoo mire above oil shale deposit area. . In: Resources and energy saving: (Toim.) I. Valgma. Tallinn: Mäeinstituut, 2014.
27. Väizene, V.; Valgma, I.; Reinsalu, E.; Roots, R. (2014). Analyses of Estonian oil shale resources. . In: Resources and energy saving: (Toim.) I. Valgma. Tallinn: Mäeinstituut, 2014.
28. Üldgeoloogilise uurimistöoga, geoloogilise uuringuga ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise kord. RTL 2009, 11, 131 - 01.02.2009