



KESKKONNAMINISTEERIUM



LIFE IP CleanEST projekti tegevus C.8. Veest sõltuvate looduslähedaste elupaikade võrgustiku kujundamine kaevandatud aladel

Põlevkivikarjääride korrastamise, ringmajanduse ja looduskeskkonna kaevandamisjärgse taaskasutamise põhimõtted

Tallinn 2022

Töö nimetus:

LIFE/IPE/EE/000007 alategevus C.8 Veest sõltuvate looduslähedaste elupaikade võrgustiku kujundamine kaevandatud aladel. Põlevkivikarjääride korrastamise, ringmajanduse ja looduskeskkonna kaevandamisjärgse taaskasutamise põhimõtted.

Töö teostajad:

Indrek Tamm, Marko Vainu, Jaanus Paal

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D, Tallinn, 10617

Tel. 5083764

indrek.tamm@klab.ee

Töö tellija:

Keskkonnaministeerium, LIFE IP CleanEst partnerlusleping 4–6/50/9

Aruanne on valminud LIFE IP CleanEST projekti raames, mida rahastavad Euroopa Komisjoni LIFE programm ja Eesti riik. LIFE programmi rahastusleping nr LIFE17 IP/EE/000007. Aruanne kajastab autori seisukohti ja Euroopa Komisjon ei vastuta sisu kasutamise eest.

Sisukord

Annotatsioon	4
Annotation.....	5
1 Sissejuhatus	6
2 Põlevkivikarjäärade korrastamise nõuded	6
2.1 Maapõueseaduse järgsed põhinõuded korrastamiseks.....	7
2.2 Tehnilise ja bioloogilise korrastamise nõuded	8
3 Põlevkivikarjäärade korrastamise põhiseisukohad	9
3.1 Hüdrogeoloogia	10
3.2 Nõlvuse kujundamine	12
3.3 Muld ja selle kasutus	14
3.4 Bioloogiline korrastamine.....	16
3.5 Kaevandamise pikaajalisus	22
3.6 Kaevandatud ala korrastamine ringmajanduse osana ja ökosüsteemi teenuse kvaliteedi suurendamine.....	23
3.7 Veekogud ja nende elustik	26
3.8 Raskmetallide mobiilsus kaevandatud põlevkivialadel	29
3.9 Veekeskonna seire ja uuringud.....	31
4 Kirjanduse viited.....	33

Joonised

Joonis 1. Narva karjääri tranšee 13 alal tekkisid väikeveekogud alale kuhu oli mets juba istutatud.	10
Joonis 2. Pärast Aidu karjääri sulgemist endise Kohtla karjääri alal istutatud metsa alal tekkinud madalates väikeveekogudes on mets hävinud (Maa-ameti aerofotod).	11
Joonis 3. Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna korrastamisel kujuneb lõputranšee veekogus ka madalam veetaimestikule sobiv ala (november 2022).....	13
Joonis 4. Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna lõputranšees kujuneva veekogu sügavus Maa-ameti LIDARi (2022) andmetel.....	13
Joonis 5. Endise Viivikonna jaoskonna Sirgala II põlevkivikarjääri mäeeraldise ja selle teenindusmaal on muudeti kaevanduse liikumise suunda ja ala piirile rajati vettpidavamast pinnasest infiltratsioonitõkke sein (Maa-ameti aerofotod).	14
Joonis 6. Maa-ameti 2013 aasta aerofoto näitab Viivikonna jaoskonna Sirgala II põlevkivikarjääri teenindusmaal infiltratsioonitõkke katmist mullaga.	15
Joonis 7. Aidu karjääri väljaveotranšee mullaga kaetud järsul nõlval toimub taimestumine kiiremini.	16
Joonis 8. Aidu väljaveotranšees Sipelgamäe juures moodustunud tehisveekogu idapoolne nõlv on laugendatud (profiil ülekõrgendusega).	17
Joonis 9. Korrastatud Aidu karjääri kirdenurk ja Kohtla kaevanduse karjäär.	24
Joonis 10. Viivikonna karjääri korrastamise järel põhjavee tõusust tekkivad veekogud (veepinna tase ca 30 m).	28
Joonis 11. Nikkel Ordoviitsiumi Ida-Viru ja Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumites 2021. a.	30
Joonis 12. Nikli sisaldused Aidu karjääri veekogudes 2020. a. [5].....	31

Annotatsioon

Töö eesmärgiks on anda kokkuvõtlik ülevaade Eesti seadusandluse ja mäetööstuse hea tava põhioletest põlevkivikarjäärade korrastamiseks, OÜ Inseneribüroo Steiger poolt koostatud „Ehitusmaavarade uuringu- ja kaevandamisalade korrastamise käsiraamatu“ soovitustest ning LIFE IP CleanEST alategevuse C.8 põlevkivikarjäärade uuringutel täheldatud asjaoludest põlevkivikarjäärade korrastamisel.

Korrastatuks tunnistatud põlevkivikarjäärade aladel on korrastustöid tehtud vastavalt Eesti seadusandluse nõuetele, kuid korrastatud ala elupaigad erinevad kaevandamiseelsetest, kuna algsete omadustega elupaikade taastamine on äärmiselt kulukas.

Aruandes on tähelepanu fokuseeritud sellele, et korrastatud aladel tekiks liigirikkad ja elujõulised kooslused ja taastatud alad pakuksid väärtuslikke ökosüsteemiteenuseid.

Põlevkivikarjäärade korrastamise osas käsitletakse detailsemalt kaevandamisaja pikkusest, hüdrogeoloogilistest, nõlvuse, veekogude ja nende elustiku kujundamise tingimustest, mulla kasutamisest ja bioloogilisest korrastamisest johtuvaid üksteisega seonduvaid asjaolusid korrastamistöodel maksimaalselt hea tulemuse saamiseks.

Käsitletakse kaevandatud ala korrastamist ringmajanduse osana ja ökosüsteemi teenuse kvaliteedi suurendamisel. Esitatakse ülevaade korrastatud aladel tekkinud veekogude probleemistikust ja tuuakse sellest johtuvad soovitud veekeskkonna seireks ja uuringuteks.

LIFE IP CleanEST alategevuse C.8 käigus teostatud uuringute põhjal on karjääriviisil kaevandatud alade suurte tehisveekogude elustik alles kujunemisjärgus. Karjääriviisil kaevandatud alade veekogude seisund ja edaspidine kasutus vajab täpsustamist vastavalt seirega kogutavatele andmetele, tähelepanu vajavad ka iseoolsete veeväljalasude veekvaliteet ja nende mõju eesvooluks olevatele pinnaveekogumitele.

Annotation

The aim of this work was to provide a brief overview of the ground of requirements of the Estonian legislation and good practice in the mining industry for the rehabilitation of oil shale quarries, the recommendations of the " Handbook of rehabilitation of aggregate exploration areas and quarries" prepared by OÜ Inseneribüroo Steiger, and the circumstances observed during the studies of extracted oil shale quarries under LIFE IP CleanEST activity C.8.

In areas of oil shale quarries that have been confirmed as rehabilitated, remediation work has been carried out in accordance with the requirements of Estonian legislation, but the habitats of the rehabilitated area differ from those before mining because it is extremely expensive to restore the habitats original quality.

The report focuses on habitats in rehabilitated areas, so that rehabilitated areas create species-rich and viable communities and restored areas provide valuable ecosystem services.

Regarding the remediation of oil shale quarries, the interrelated circumstances resulting from the duration of mining time, the design of the slopes, hydrogeological circumstances, water bodies and their biota formation conditions, soil use and biological remediation are discussed in more detail to obtain the best possible result in the remediation works.

The restoration of the mined area is discussed as part of the circular economy and improve the quality of the ecosystem service. An overview of the problem set of water bodies that have arisen in the rehabilitated areas is provided and therefrom the recommendations for monitoring and studies of the aquatic environment are given.

According to LIFE IP CleanEST project activity C.8 research results, the biota of large artificial water bodies in the oil shale quarried areas is still in the development stage. The status and future use of water bodies formed in quarry-mined areas needs to be specified with the corresponding monitoring data, the water quality of the self-flowing water outlets and their impact to the downstream surface water bodies also need attention.

1 Sissejuhatus

Kehtiva seadusandluse ja mäetööstuse hea tava kohaselt peab kaevandamine lõppema kaevandamiseks kasutatud maa korrastamisega ning selle üleandmisega edasiseks kasutamiseks. Kaevandamisega muudetud maa korrastamise üldine eesmärk on tuua pärast kaevandamist mäeeraldis ja teenindusmaa tagasi maakasutusse kas endisel või uuel otstarbel niivõrd, kui-võrd see osutub majanduslikult, tehniliselt ja keskkonnakaitseliselt mõistlikuks [1].

Korrastamisel lähtutakse kaevandamisjärgse ala kasutussuunast ehk sihtotstarbest, milleks võib olla loodusressursside (metsa, loodus- või majandusväärtusega veekogu) loomine, aga ka eriotstarbelise territooriumi rajamine või selleks tingimuste loomine.

Põlevkivikarjäärides kasutatakse vaalkaevandamist (*open-cast mining*) ja korrastamine on üldreeglina juba mäetööde osaks ning toimub mäetöödega paralleelselt. See aitab vältida nii liigseid töid kui ka kulusid. Võimalikult kiire korrastamine läheb kokku avaliku ootusega ja näitab vastutustundlikkust, mis võib hõlbustada mäeeraldisel ammendamisel uue saamist [1].

Suurtes põlevkivikarjäärides toimub kaevandamine pikaajaliselt (üle 30 aasta) ja kaevandamise käigus korrastatud maa kasutamise esialgne sihtotstarve võib olla aegunud. Kaevandamise lõpetamisel saadakse uued korrastamise tingimused (lähteülesanne) ja vajaduse korral tehakse korrastamise ja/või sulgemise keskkonnamõju hinnang. Kui karjäär või selle osa tuleb korrastada eriotstarbeliseks, tuleb seda teha silmas pidades ala tulevast kasutust. Loomulikult peab seejuures arvestama kohaliku omavalitsuse ja elanikkonna arvamusega ja olulise keskkonnamõju võimaluse korral teha keskkonnamõju hinnang [1].

Eestis on kaevandatud alade taastamist igakülgsest ja põhjalikult käsitletud 2017. a. OÜ Inse-neribüroo Steiger poolt koostatud „Ehitusmaavarade uuringu- ja kaevandamisalade korrastamise käsiraamatus“ [1]. Käesolevas aruandes käsitleme LIFE IP CleanEST alategevus C.8 põlevkivikarjääride uuringutes täheldatud korrastamise asjaolusid ja esitame ülevaate põlevkivikarjääridena kaevandatud alade taastamisega seonduvate tegevuste, ringmajanduse ja looduskeskkonna kaevandamisjärgse taaskasutamise põhimõtete kohta.

Põlevkivikarjääride korrastatuks tunnistatud aladel on korrastamistööd tehtud vastavalt Eesti seadusandluse nõuetele, korrastatud ala elupaigad erinevad kaevandamiseelsest sest algseid elupaiku taastada on äärmiselt kallis. Aruandes on tähelepanu fookuseeritud korrastatud aladel elupaikadele, et korrastatud aladel tekiks liigirikkad ja elujõulised kooslused ja taastatud alad pakuksid väärtuslikke ökosüsteemiteenuseid.

2 Põlevkivikarjääride korrastamise nõuded

Kehtiva korra kohaselt tuleb kaevandatud maa kohandada metsamaaks, veekoguks või muuks tarbimisväärses maaks või tunnustatud väärtusega maastikuks. Kaevandatud maa korrastamisel tuleb tagada, et maa sobiks ümbritsevasse maastikku ega kujutaks oma iseärasuste tõttu ohtu seal liikuvatele inimestele või loomadele [1].

Karjääriviisil kaevandatud maa kasutuskõlblikkus taastatakse kahes etapis – tehnilise ja bioloogilise korrastamise abil. Tehnilise korrastamise käigus kaevandatud maa tasandatakse, kaetakse vajaduse korral isoleeriva või orgaanilise aine poolest rikka kihiga, rajatakse maa kasutotstarbe kohased vajalikud teed ja rajatised ning tehakse muud korrastamisprojekti ette nähtud tööd. Bioloogilisel korrastamisel rakendatakse põllumajanduslikke, maaparanduslikke ja muid võtteid, mis tagavad korrastatud ala sihtotstarbelist kasutamist toetava elustiku kujunemise. Korrastamise tulemuseks peab olema jäänukkaeveõonte ja rajatiste igakülgne ohutus, looduskoosluse taastumine, oluline on samuti majanduslike, sotsiaalsete ja keskkonnanahoiu aspektidega arvestamine [1].

2.1 Maapõueseaduse järgsed põhinõuded korrastamiseks

Maapõueseaduse järgi on kaevandatud maa korrastamine maa endisel või uuel otstarbel taas kasutuskõlblikuks muutmine. Maapõueseaduse järgne loogiline ahel kaevandatud ala korrastamiseks on järgmine (*kaldkirjas on toodud teiste dokumentide asjakohaseid lõike ja viiteid*):

1. Korrastamise suund saab alguse kaevandamisloa taotluse seletuskirjast, see peab sisaldama teavet kaevandamisega rikutava maa edasise kasutamise otstarbe ning tehnilise ja bioloogilise korrastamise, korrastatava maa veerežiimi kujundamise ning korrastamistööde eeldatava maksumuse kohta. Seega tuleb enne kaevandama asumist veenduda korrastamise võimalikkuses ning määrata korrastamise põhimõtteline suund.
2. Korrastamistegevuse ja ala korrastatuks tunnistamise konkreetseks aluseks on korrastamisprojekt, mille sisuliseks lähteülesandeks on Keskkonnaameti korrastamistingimused. Korrastamistingimused esitab Keskkonnaamet kaevandamisloa omajale lähtudes keskkonnamõju hindamise soovitustest (kui keskkonnamõju on hinnatud) ja kaevandamisloale kantud korrastamise suunast (korrastatava maa kasutamise otstarve). Keskkonnaamet küsib korrastamistingimuste kohta maaomaniku ja kohaliku omavalitsuse üksuse arvamust ja juhul, kui kaevandatud maa asub riigikaitse ehitise maa-alal või selle piiranguvööndis, ka Riigi Kaitseinvesteeringute Keskuse arvamust.

Kaevandatud ala korrastamissuuna valikul on oluline teada, milliseks kujuneb veerežiim pärast kaevandamist. Karjääri korrastamise projektis näidatakse alal kujunev veetase, arvestades seejuures, et maakasutus korrastatud karjääri ümber ei peaks muutuma. Korrastamise suuna ja eesmärgi määramisel tuleb koostöös keskkonnaameti spetsialistide ja liigiekspertidega selgitada välja, millistele liikidele ja kuidas on võimalik sel alal elupaiku luua [1].

Kui korrastamise projekt hõlmab osa suuremast mäeeraldisest, siis tuleb korrastamise tingimusi käsitlevas osas analüüsida, kas karjääri osalisel korrastamisel ei teki vastuolu terviklahendusega. Et olukorras, kus karjäär veel töötab, ei pakutaks välja lahendust, mis pikas perspektiivis ei ole kestlik. Näiteks et ei nähtaks ette karjääri põhja metsastamist olukorras, kus karjääri sulgemisel täituks see veega [1].

3. Kaevandatud maa korrastamise või ehitamise eesmärgil kaevandamisjäätmete tagasitäitmisel peal- või allmaakaevandamise käigus tehtud kaeveõõntesse peab kaevandamisloa omaja vältima pinnase, pinna- ja põhjavee saastumist. Vee seisundi halvenemise ning õhu ja pinnase saastumise vältimiseks kohaldatakse kaevandatud maa korrastamisele jäätmeseaduse § 33¹ lõike 8 alusel kehtestatud nõudeid (s.o. korralduste tegemise jäätmehoidla järelhoolduseks).

Maapõueseaduse viite osas jäätmeseadusele paragrahvile 33 tuleb aga arvestada, et põlevkivikarjäärides kasutataval vaalkaevandamisel ei teki karjääris kaevandamisjäätmehoidlat, jäätmeseaduse ja EL Direktiivi 2006/21/EÜ järgi kaevandamisjäätmehoidlad ei hõlma kaeveõõsi, millesse jäätmed paigutatakse pärast kaevandamist ala korrastamise ja ehituse eesmärgil.

LIFE IP CleanEST uuringute [2, 4, 5, 11] põhjal on Eestis probleemiks osutunud nikliühendite liikuvaks muutumine põlevkivikarjääride tagasitäite pinnases ja suletud allmaakaevandustes. Varasemalt on teada olnud vaid Maardu fosforiidikarjäärides diktüoneema argilliidist välja leostuda võivate raskmetallide oht veekeskkonnale.

EL kaevandamisjäätmete direktiivi 2006/21/EÜ artikli 13. punktis 5 on esitatud nõue:

- Kaevandamisjäätmete tagasipanemisel pealmaa- või allmaakaevandamise käigus tehtud kaeveõõntesse, mille sulgemisjärgne üle ujutamine on lubatud, võtab käitaja¹ vajalikke meetmeid vee seisundi halvenemise ja pinnase saastumise tõkestamiseks või minimeerimiseks. Käitaja edastab pädevale asutusele teabe, mis on vajalik ühenduse kohustuste, eriti veepoliitika raamdirektiivis 2000/60/EÜ sätestatu täitmise tagamiseks.

Direktiivi 2006/21/EÜ artikli 13. punkt 5 maapõue- ja jäätmeseaduses ei kajastu. Põlevkivikarjääride/kaevanduste veega täitumisel nikliühendite liikuvaks muutumise protsess pole lõpuni selge ega ette ennustatav konkreetse meetmete rakendamiseks, seetõttu on esmalt vajalik korrastamisjärgne nikliühendite seire veekeskkonnas.

4. Kaevandatud maa tuleb korrastada tehnoloogia seisukohast otstarbekal ajal, kuid enne kaevandamisloa kehtivuse lõppemist. Maapõueseaduse järgi antakse üldiselt kaevandamisloa kuni 30 aastaks. Turba ja põlevkivi kaevandamise lubade kehtivust võib pikendada kuni 30 aasta kaupa, kuni kaevandatava maavara ammendamiseni.

Suurtes põlevkivikarjäärides on pikaajaline kaevandamine tavaline ja nende korrastamise sihtotstarve võib aja jooksul muutuda. Kaevandamise alguses ei saagi ette näha, mis vajadused on 30 või enama aasta pärast ning piisava detailsusastmega korrastamise tingimusi on raske formuleerida mitukümmend aastat ettepoole tulevikku.

Pikka aega kestva kaevandamise puhul saab kaevandamise käigus ammendatud osas anda maastikule sobiva kuju, selle taimestada ja korrastada ning kaevandamisloa omaja saab taotleda mäeeraldise pindala vähendamist pärast kaevandatud maa korrastamise kohustuse täidetuks tunnistamist².

5. Kaevandatud maa korrastamise kohustuse tunnistab täidetuks kaevandamisloa andja, võttes arvesse korrastamistööde vastuvõtukomisjoni ettepanekut. Kui kolme aasta jooksul pärast kaevandatud maa korrastamise kohustuse täidetuks tunnistamist ilmnevad olulised keskkonnahäiringud, mida ei olnud võimalik kaevandatud maa korrastamise kohustuse täidetuks tunnistamise ajal ette näha, kuid mis on tingitud kaevandatud maa korrastamise nõuete või korrastamisprojekti eiramisest, on nende kõrvaldamise kohustus korrastamiseks kohustatud olnud isikul. Peamisel on siin mõeldud parandamistööd metsastamise või taimestamise osas.

2.2 Tehnilise ja bioloogilise korrastamise nõuded

Keskkonnaministri määruse³ 07.04.2017 nr 12 paragrahv 5 järgi on tehniline korrastamine kaevandatud maa tasandamine ning silumine, vajadusel ekraankihi ja orgaanilise aine poolest rikka kihiga katmine, maa- ning metsaviljeluseks vajalike rajatiste ehitamine ning muud sellekohased tööd.

¹ Käitaja – füüsiline või juriidiline isik, kes vastutab kaevandamisjäätmete käitlemise eest kooskõlas selle liikmesriigi siseriiklike õigusaktidega, kus jäätmeid käideldakse, kaasa arvatud kaevandamisjäätmete ajutine ladustamine nii käitise tegutsemise ajal kui ka pärast sulgemist. Kaevandamisel tekivad kaevandamisjäätmeladest mis kohe-
selt paigutatakse kaevandatud alale selle korrastamise eesmärgil ja seega kaevandamisjäätmehoidlat ei teki.

² Maapõueseadus § 66 (1) 5).

³ Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded ning maa korrastamise akti sisu ja vorm.

- **§ 11 lõike 1** järgi paigutatakse vaalkaevandamisel katendi alaosa moodustavad aluspõhjakivimid puistangu põhja, kuhu võib paigutada ka inertseid rikastamisjääke. Katendi ülaosa moodustavad setted paigutatakse läbilõike ülemisse ossa.
- **§ 11 lõike 3** järgi peab tasandatud ala läbivate kaevandite nõlvanurk olema väiksem kui looduslikust seisundist eemaldatud katendi püsiva nõlva nurk või sellega võrdne.
- **§ 11 lõike 4** järgi kujundatakse kaljuse kivimi karjääri küljed vastavalt korrastamistingimustele kas laueks, kattes need taimestikule sobiva pinnasega nii, et nõlvanurk ei ületaks nõlva katvate kivimite püsinurka, või jäetakse järsuks, puhastades nad kivimi eba-püsivatest osadest nii, et oleks kõrvaldatud varinguoht. Järsk külg tõkestatakse inimeste ja loomade ohutust tagaval viisil ülevalt valli, põõsastiku, heki, piirdega või muul moel.
- **§ 14 lõike 1** järgi kujundatakse korrastamise käigus karjääri rajatava veekogu sügavus valdavalt üle 2 m, jättes madalamad alad veetaimestiku arenemiseks, välja arvatud juhul, kui veekogu kujundamine nendel tingimustel ei taga selle otstarbekohast kasutamist.
- **§ 14 lõike 2** järgi jäetakse veekogu kaldale perv, mis peab jääma kõrgemale veetaseme oodatavast maksimaalsest seisust. Kui veekogu hakatakse kasutama puhkeveekoguna, kujundatakse veekogu nõlv laueks.
- **§ 14 lõike 3** järgi kujundatakse veekogu kallas juurde- ja väljapääsuga. Kalda järsk külg tõkestatakse inimeste ja loomade ohutust tagaval viisil ülevalt valli, põõsastiku, heki, piirdega või muul moel.
- **§ 14 lõike 4** järgi veekogu korrastamise korral kavandatakse koostatavas projektis reostumist takistavad abinõud toite- ja reoainete sissevoolu tõkestamiseks⁴.
- **§ 15 lõike 1** järgi ei tohi põhjaveetase tõusta korrastatud metsamaal kõrgemale kui 0.7 m sügavuseni korrastatud maapinnast.
- **§ 15 lõike 3** lisab, et põhjendatud juhul võib põhjaveetase tõusta § 15 lõigetes 1 ja 2 määratud põhjaveetasemest kõrgemale, kui see on kaevandatud maa edaspidiseks sihtotstarbeliseks kasutamiseks vajalik ning korrastamisprojektis on valikut põhjendatud.

Keskkonnaministri määrus 07.04.2017 nr 12 paragrahv 5 lõike 3 järgi koosneb bioloogiline korrastamine agrotehnilistest, fütomelioratiivsetest⁵ või muudest töödest, mis tagavad korrastatud ala sihtotstarbelist kasutamist toetava elustiku kujunemise. Lähtudes ülaltoodud korrastamise nõuetest, on suurte põlevkivikarjäärade korrastamine tehtud vastavalt Eesti seadusandluse nõuetele.

3 Põlevkivikarjäärade korrastamise põhiseisukohad

Kvaliteetse korrastamise alus on maakatte ja maapõue võimalikult looduslähedase struktuuri taasloomine: kivimite ja setete paigutamine, vete suunamine ning neis kujunevate protsesside juhtimine eduka taastumise suunas. Korrastatud karjäärides on võimalik kujundada sobivaid-

⁴ NB! See pole samaväärne kui Direktiivi 2006/21/EÜ artikli 13. punkt 5.

⁵ Looduskeskkonna sihipärase parandamise saavutamise vahendid ja degradeerunud maa bioloogilise potentsiaali rekonstrueerimine ja arendamine. Taimestiku abil pinnase mõningate omaduste parendamine, erosiooni, saasteainete jne vähendamiseks,

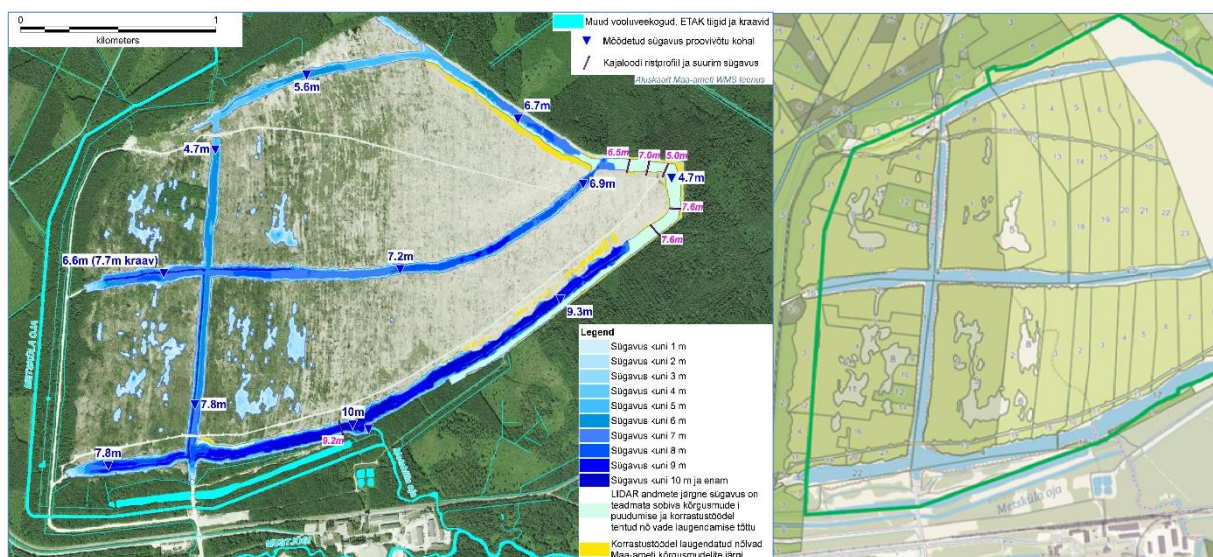
esinduslikke elupaiku paljudele, sealhulgas kaitsealustele liikidele, samuti tutvustada geoloogilisi vaatamisväärsusi ja tööstuspärandit [1]. Korrastamise üksikute tegevuste puhul tuleb arvestada, et pea kõik korrastamistegevuste tulemused on omavaheliselt seoses.

3.1 Hüdrogeoloogia

Kaevandamiskoha veetaseme kujunemise ja kõikumisega seotud küsimused on korrastamise projekteerimisel sageli kõige suurema tähtsusega ning on äärmiselt oluline, et kogu põhjaveeinfo oleks korrastamiseks asjakohaselt esitatud ja sellega arvestatud [1].

Oluline on kontrollida elluviidava korrastuslahenduse sobivust karjääri põhjavee režiimi seisukohast. Metsamaaks korrastamisel ei tohiks aasta keskmine põhjaveetase olla kõrgemal kui 0.7 m maapinnast. Lühiajaliste liigvete (kuni kuu aega, sagedusega üks kuni kaks korda aastas) ei kahjusta metsa nii, et see hukkaks [1].

Kui kaevandamisjärgsed hüdrogeoloogilised tingimused seda ei võimalda, tuleb ala korrastada märgalaks, kuid siis ei ole ala korrastamise eesmärk enam metsamajanduslik. Metsamaaks korrastamisel ei pruugi liigniiskes kohas mets kasvada, kuid põlevkivikarjäärade valdavalt monofunktsionaalse metsastamise taustal võivad niisugused alad suurendada bioloogilist mitmekesisust ja olla olulise väärtusega keskkonnaaspektiks.



Joonis 1. Narva karjääri tranšee 13 alal tekkisid väikeveekogud alale kuhu oli mets juba istutatud.

Osa Narva karjääri tranšee 13 alal aastatel 2001–2007 istutatud metsanoorendikust (joonis 1) on veetaseme tõusu tagajärjel üle ujutatud või muutunud metsa kasvuks sobimatuks ning need alad on RMK tänaseks metsaeraldistest välja arvanud (<https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/rmk>).

Alal tekkinud madalad väikeveekogud (lombid, loigud, tiigid) – nii alalised kui ka ajutised – ja märgalad pakuvad samas elupaiku väga paljudele, sealhulgas haruldastele, ohustatud ja kaitsealustele liikidele. Ajutiste veekogudega märgadel aladel moodustuvad taimestiku ja ka muu elustiku kooslused oluliselt kiiremini kui kuivades kohtades [6]. Narva karjääri tranšee 13 puis-tanguplatoodel tekkinud madalaveeliste veekogude ümber võiks piirata võsaraiet, tehes seda vaid laiguti või ribadena. Umbes 100 m laiuselt tuleks lompide ümber igasugune raie üldse ära jätta ning lasta seal toimuda looduslikul taimestumisel. See toetaks mitmekesisema taimkate kujunemist ja erinevate elupaikade rohkust [6, 7].

Kui veekogu tekib karjääri pärast kaevandamise lõpetamist, tuleb tavaliselt enne karjääri veega täitumist eemaldada koos mullaga (vaata ka joonis 3) selle põhjale kasvanud (puit)taimestik, sest kõdunev taimne mass halvendab vee kvaliteeti. Ent tranšeeveekogude madalamas kaldaäärses osas võib kaladele varjumiskohtade ja koelmute võimaldamiseks, selgrootute loomadele (s.h. putukatele), kahepaiksetele ning lindudele elu- ja pesitsuspaikade loomiseks, samuti taimestiku mitmekesisuse suurendamiseks puude vee alla jätmine olla teatud ulatuses isegi soovitatav [6, 7].

Kuna korrastamisjärgne põhjaveetase ja karjäärijärv kujundavad piirkonna veerežiimi, tuleb maksimaalse korrastamisjärgse veetaseme kõrguse määramisel lähtuda lähimate tundlike objektide absoluutsest kõrgusest, et need jääksid kujunevast tehisveekogu veetasemest ja põhjavee tasemest kõrgemale [1].



Joonis 2. Pärast Aidu karjääri sulgemist endise Kohtla karjääri alal istutatud metsa alal tekkinud madalates väikeveekogudes on mets hävinud (Maa-ameti aerofotod).

3.2 Nõlvuse kujundamine

Korrastatud karjääri nõlvus peab olema selline, et oleksid välditud varingud, lihked ja erosioon ning oleks tagatud ohutus. Tehispaljandi jätmisel veekogu äärde piiratakse järsak tõkkega või rajatakse lubjakivist vaheastangud (foto 2). Kaevandamise järel ei pruugi veest küllastunud nõlvad mitme aasta jooksul saavutada oma lõplikku nõlvust (pehme pinnas vajub ja tiheneb) [1]. Taimestumata loodusliku varikaldega nõlvadel on algul jälgitav sademetest johtuv erosioon (foto 1), taimestumisel muutub see aja jooksul väiksemaks.



Foto 1. Aidu lõunapoolse lõputranšee erosiooninähetega taimestumata nõlv (august 2020).



Foto 2. Aidu lõunapoolse lõputranšee veepiirist kõrgemale olev kaldanõlv on inimeste ohutuse tagamiseks laugen-
datud astmeliselt (aprill 2021).

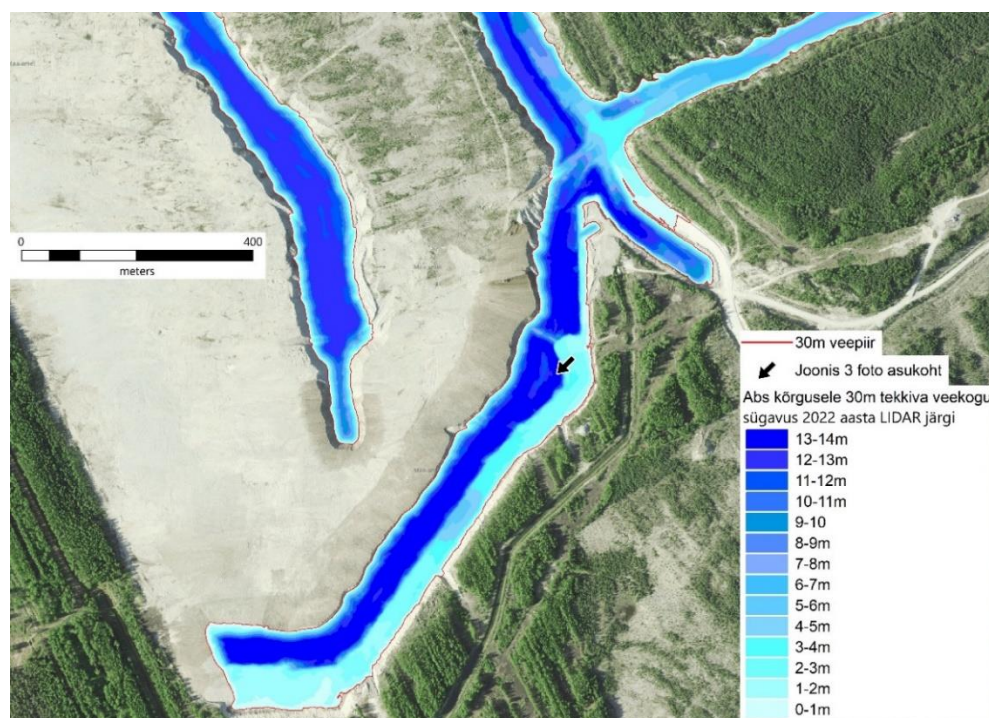
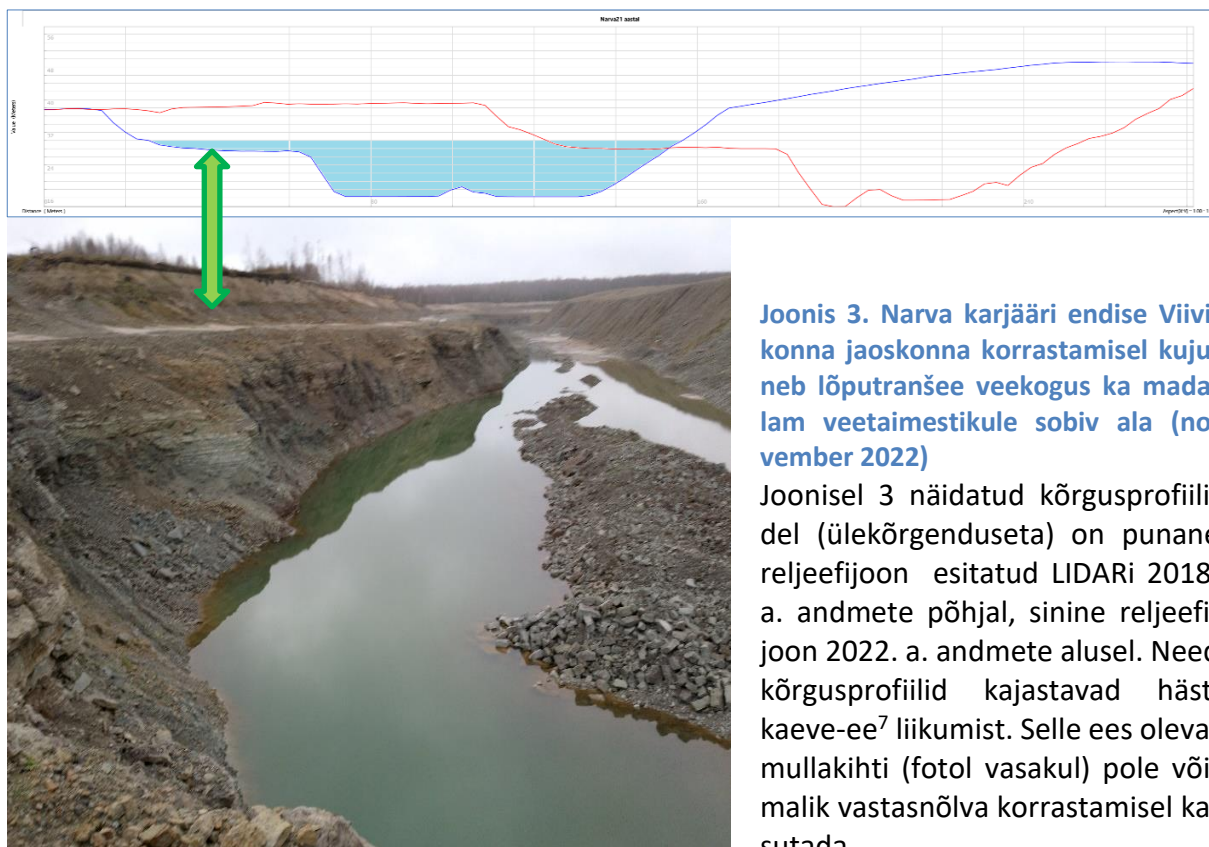
*Foto 2 on jälgitav on vee alla jäänud
ca 20 meetrise vertikaalse allapoole
langeva paeseina algus.*



Foto 3. Narva karjääri tranšee nr 13 nn
lõputranšee pärast korrastamistööd
(10).

Kaevandamise tehnoloogiast tulenevalt on suured veekogud (veega täitunud väljaveotranšeed) enamasti pikad ning kitsad ja järskude nõlvadega.

Kohtades kus see on tehniliselt võimalik (kaevandamise lõpetamisel tekkivad nn lõputranšeed (fotol 3, joonistel 3⁶ ja 4) tuleb kalda ja veekogu nõlvus planeerida laugeks. Liigendatud kalda-joonega ja muutuva sügavusega veekogud loovad võimaluse ala asustamiseks erinevatele elustikurühmadele.



⁶Joonisel 3 oleva foto asukoht on ka Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna ülevaate joonisel 10.

⁷ Kaeveõõnes tööala kus toimub maavara raimamine (kivimist/pinnasest lahtimurdmine jne).

3.3 Muld ja selle kasutus

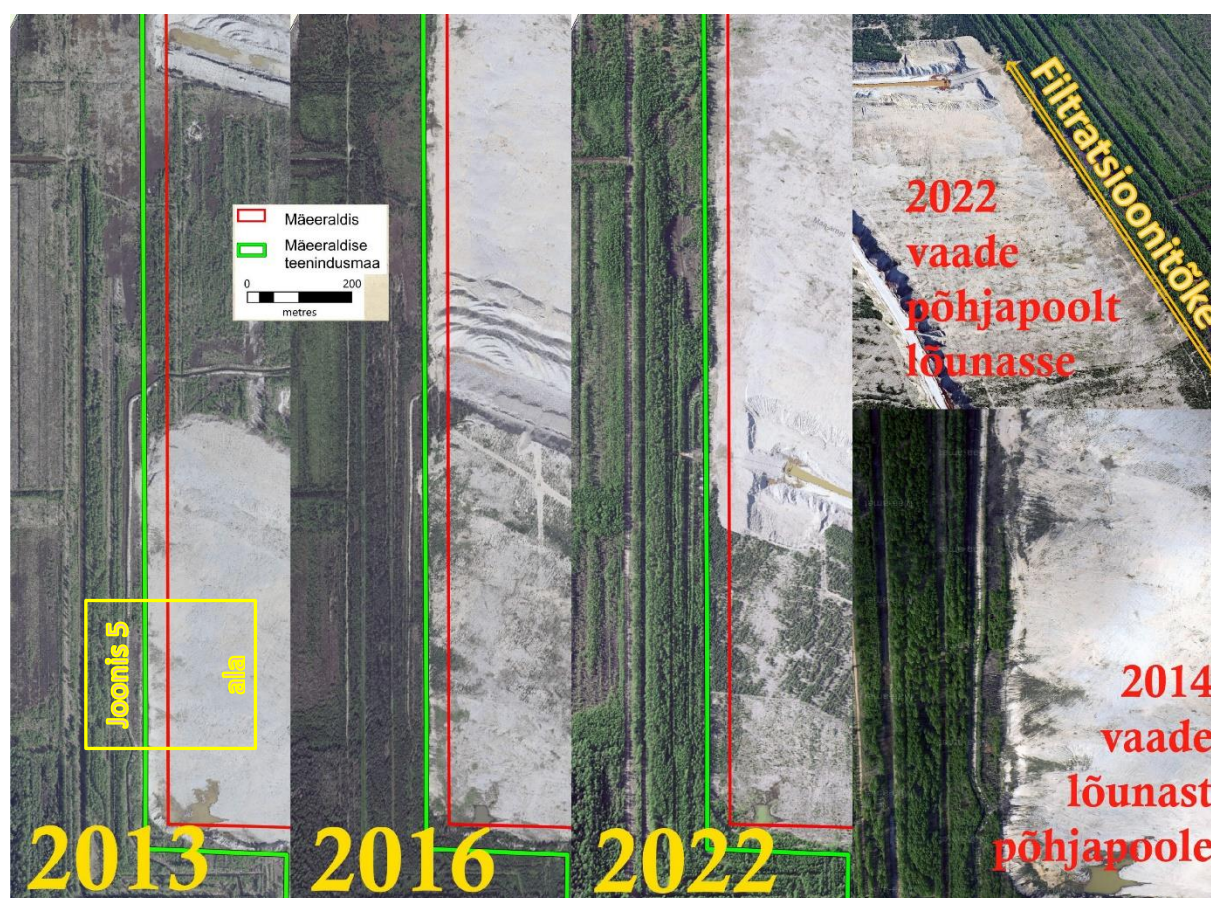
Potentsiaalselt viljakuselt on metsamajanduseks korrastatud põlevkivikarjääride pinnased põhiliste toiteelementide osas võrreldavad isegi parimate metsamuldadega [6, 7].

Tagasitäite puistangutes tuleb tagada, et kvaternaari purdpinnased ja paetükid piisavalt seguneksid, samas tuleb jälgida, et suuretükilised aluspõhjakiivimite materjalid satuksid enamjaolt puistangute alumistesse kihtidesse, puistangute pealmsse ossa aga jääksid kvaternaarisetted ja muld [8].

Kaevandamistehnoloogia suurtes põlevkivikarjäärides ei võimalda kasutada alal olnud kogu mullakihti tagasitäite mineraalpuistangute katmiseks (vaata joonisel 3 toodud maapinnaprofiile kaeve-ee liikumisest). Võimalik on see väiksemates karjäärides, näiteks Ubja karjääris, kus muld kasutatakse korrastamistööl ja pärast metsastamist on ala pea eristamatu tavalisest lageraie järgselt metsatud alast.

Metsastatud puistangutes hakkab juba 5–6 aasta möödumisel kultuuride rajamisest noorte puude alla kogunema metsavarist. 10–15 aasta vanustes liitunud metsakultuurides tekib nende alla juba pidev kõdukiht, mis on mullatekkeprotsessi liikumapanevaks jõuks, ühtlasi parandab see tõhusalt mulla niiskuse režiimi. Teise ja kolmanda aastakümne jooksul suureneb metsakõdu түsedus 1–3 mm aastas; 20–25 aasta jooksul moodustub koos puistu täiuse suurenemisega 2–3 cm түsedune metsakõdu.

Karjääri muuks kui metsamaaks (rohumaaks jne) korrastamine vajab rohkesti mulda. Põlevkivikarjääride korrastamisel kasutatavad kask ja mänd saavad hakkama ilma huumuseta [1].



Joonis 5. Endise Viivikonna jaoskonna Sirgala II põlevkivikarjääri mäeeraldise ja selle teenindusmaal on muudeti kaevandusee liikumise suunda ja ala piirile rajati vettpidavamast pinnasest infiltratsioonitõkke sein (Maa-ameti aerofotod).

Juhul kui kaeve-ee liigub karjääripiiriga ristisuunas ja teenidusmaal on ruumi mullavallidele, tuleks kaevandamisala korrastamisel kasutada rohkem mulda.

Joonisel 5 esitatud näite korral kasutati mäeeraldise teenidusmaad filtratsioonitõkke⁸ tegemiseks ning teenidusmaa ala ei saanud kasutada mulla⁹ paigutamiseks. 2013. aasta aerofotol (joonisel 5, suurendatud alal joonisel 6) on mäeeraldise teenidusmaal näha puistangu mul-
laga laiguti katmist.

Mullakihi olemasolul toimub taimestumine kiiremini ja karjääri korrastatud ääreala liituks harmoonilisemalt kaevandamata alaga, äärealale saaks istutada kasvutingimuste osas nõudlikumaid puuliike (nt kuuski).

Laiguti on Aidus õnnestunud mullakihi katta ka järske nõlvu (joonis 7) ja taimestumine on neil aladel olnud kiirem.

1976 .a. katsetati Aidu karjääris tasandatud puistangutel põllumaaks korrastamist. Kokku teostati töid 169 ha suurusel alal [13] ja 148 ha ulatuses on see ala tänini sihtotstarbelises kasutuses (Foto 4). Põllu taastamiseks toodi vajalikke pinnaseid karjääri teistel aladelt juurde, vaeva tuli näha mullale sobiva niiskuse režiimi saavutamiseks vajalike aluskihtide rajamisega

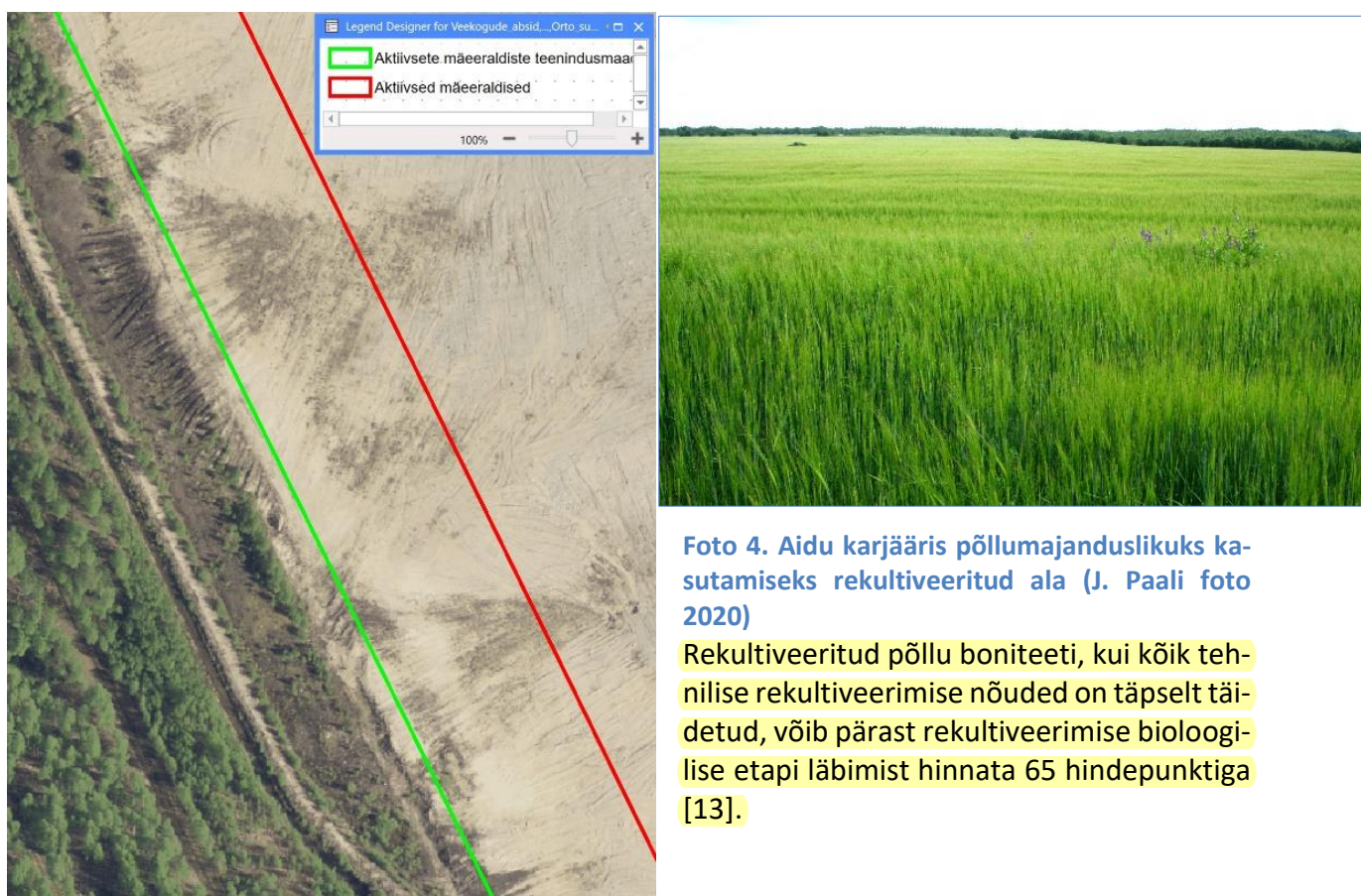


Foto 4. Aidu karjääris põllumajanduslikuks kasutamiseks rekultiveeritud ala (J. Paali foto 2020)

Rekultiveeritud põllu boniteeti, kui kõik tehnilise rekultiveerimise nõuded on täpselt täidetud, võib pärast rekultiveerimise bioloogilise etapi läbimist hinnata 65 hindepunktiga [13].

Joonis 6. Maa-ameti 2013 aasta aerofoto näitab Viivikonna jaoskonna Sirgala II põlevkivikarjääri teenidusmaal infiltratsioonitõkke katmist mullaga.

⁸ Fotol 2022 vaade põhjapoolt lõuna on näha teisevärviliste savikamate pinnaste (tihendatud) vöönd mäeeraldise teenidusmaal.

⁹ Filtratsioonitõket tegemata oleks teenidusmaale saanud paigutada kaeve-ee eest ärälükatavat mulda.



Joonis 7. Aidu karjääri väljaveotranšee mullaga kaetud järsul nõlval toimub taimestumine kiiremini.

3.4 Bioloogiline korrastamine

Asjatundlikult ellu viidud bioloogiline korrastamine aitab vähendada valdavaks kujunenud arusaama, et kaevandamine mõjub elustikule negatiivselt [6]. Põlevkivikarjääride bioloogiline korrastamine on toimunud ligi 60 aastat, kuid seni pole piisavalt tähelepanu pööratud küsimusele, kuivõrd on kaevandus- ja tööstusmaastike taaskasutamise ning tehnilise ja bioloogilise korrastamise käigus vaadatud maastikku kui tervikut. Seega on kujunenud olukord, kus endiste taimekoosluste (niisked segametsad, palumetsad, soometsad ja rabad) asemele on kaevandamise järgselt, eelkõige metsamajanduslikest kaalutlustest lähtuvalt rajatud ulatuslikke männiistandusi [6]. Maastikuökoloogiliseks kõige olulisemaks eesmärgiks peaks siin olema maastike heterogeensus, milles kooslused ja nende võrgustikud toetavad bioloogilist mitmekesisust, suurendavad liigirikkust ja liikide elujõudu [6].

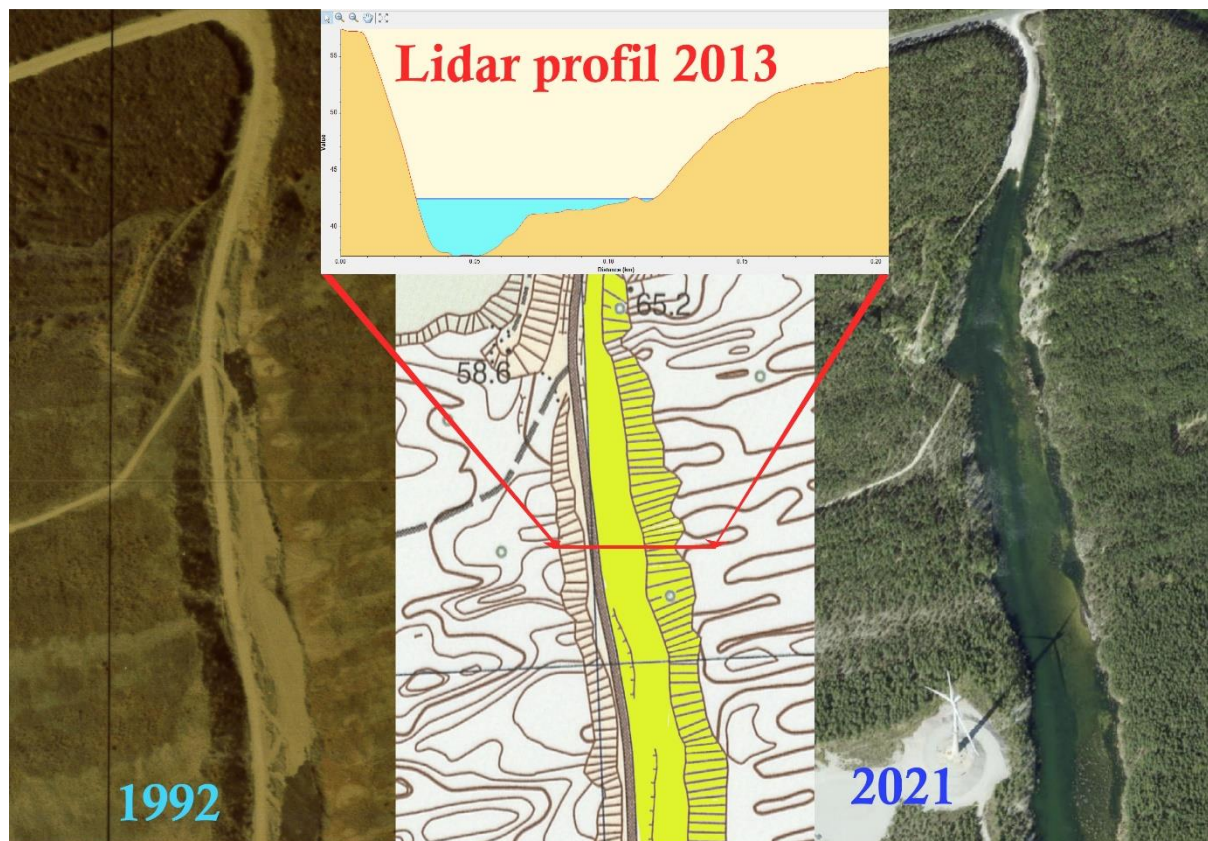
Oskuslik ja piirkonna maastikule iseloomulikke kooslusetüüpe ja eluslooduse mitmekesisust arvestav bioloogiline korrastamine võib oluliselt panustada ka looduskaitse eesmärkide saavutamisse. Näiteks, kui kujundada karjäärist elupaik piirkonnas ohustatud liikidele, aitab see oluliselt kaasa elurikkuse säilimisele nii piirkondlikul kui ka riigi tasandil.

Eestis on bioloogilisel korrastamisel kasutatud lihtsamaid, kiiret tulemust andvaid võtteid, mis aitavad vältida erosiooni ning kiirendavad mullatekke protsessi. Enim on istutatud mände ja kaski. Okaspuupuistutega võrreldes on lehtpuu- või segapuistute rajamine keskkonnakaitselisest ja sotsiaalmajanduslikust aspektist efektiivsem, sest lehtpuud on kiiremakasvulised, suurema haiguskindluse ja väiksema tuleohuga [1].

Kuigi on soovitatud [1], et karjääri korrastamisel metsamaaks tuleks metsa istutada kogu alale, ka nõlvadele, mis tagab, et need ei hakka varisema, siis põlevkivikarjääride tagasitäiteplatoodesse lõikuvate väljaveotranšeede nõlvad on reeglina sedavõrd järsud, et istutamist seal teha

ei saa. Samas võivad järsud nõlvad olla sobivaks elupaigaks haruldastele taimeliikidele ning nõlvade olemasolu hõlbustab ka vähem konkurentsivõimeliste liikide levimist¹⁰ [1].

Aidu karjääri väljaveotranšee nõlvad on korrastamisel vaid mõnes kohas keskkonnaministri 07.04.2017 määruse § 11 lõikes 3 osutatud väärtustest kujundatud oluliselt laugemaks ning siis on neile laiguti ka metsa istutatud (joonis 8). Peale karjääris tehisveekogude kujunemist on jäänud osa laugetele nõlvadele istutatud metsalappidest vee alla.



Joonis 8. Aidu väljaveotranšees Sipelgamäe juures moodustunud tehisveekogu idapoolne nõlv on laugendatud (profiil ülekõrgendusega).

Põlevkivikarjääride bioloogilisel korrastamisel on katsekultuure rajatud 52 puu- ja põõsaliigiga. Üldistatult on puistangutele rajatud metsakultuuridest okaspuukultuurid 89.3% (mänd 85%, kuusk 2.8% ja lehis 1.5%), lehtpuukultuure on 10.7%. Aastatel 1960.–2014. on Aidu karjääris metsastatud umbes 2500 hektarit; sinna on istutatud üle 4 miljoni puu; 83% mändi, 13.8% ulatuses on rajatud kasekultuure, muude puuliikide osatähtsus on madal. Narva karjääri 13. tranšee alal on valdavalt kasutatud harilikku mändi, veidi vähem arukaske, piiratud ulatuses ka palsamipaplit ning sangleppa [6, 7].

Kõige sobivamaks pioneerpuuliigiks põlevkivikarjääride tasandatud puistangute metsastamisel on harilik mänd, mis kasvab teistest puuliikidest edukamalt eelkõige just kehvatel muldadel (kivisematel puistangutel). Hariliku männi ulatuslikku kultiveerimist on soodustanud tema suur kohanemisvõime ekstreemsete kasvutingimustega ja hea kasvamaminek istutamisel. Isegi kivisel puistangul on hariliku männi istutuskultuuride kasvamaminek olnud 85–90%. Männi eelistamine tuleneb ka küllaldasest istutusmaterjalist, selle odavusest ning pikemast istutusperioodist võrreldes lehiste ja lehtpuudega [6, 7].

¹⁰ Näiteks vanade paemurdude seintel kasvab Eestis vähese levikuga sõnajalgtaimi [1].

Kuusele on põlevkivikarjäärade puistangumullad esialgu enamasti liiga toitainevaesed; neid on istutatud pigem väiksema sügavusega vanematele karjäärialadele, kus leidub rohkem sobivamaid kasvutingimusi pakkuvaid kohti. Kuuse kasv esimese paarikümne aasta jooksul kiratseb, kuid järgnevatel aastakümnetel on tema kõrguse ja diameetri juurdekasv olnud ligikaudu samasugune nagu Eesti riigimetsas jänese kapsa kasvukohatüübis. Enamikul kaevandatud alale rajatud püsiproovitükkidest on tekkinud kuuse looduslik uuendus [7].

Ulatuslikes okaspuumassiivides võib kujuneda suur tuleoht ja põlengu puhul on tule levik kiire. Seepärast soovitatakse nende vahele rajada lehtpuukultuure (kask, lepp). Ka annavad lehtpuud kasvupinnasele kiiremini taimestiku arenemiseks vajalikke toitaineid, kuna lehtede kõdunemine on kiirem kui okastel. Arukase lehed on toitaineterikkamad kui männiokkad ja soodustavad kergesti lagunedes mullatekkeprotsessi – nad rikastavad toitainetevaeseid puistangumuldi peamiste toiteelementidega, eriti lämmastikuga, soodustades sel viisil mullatekkeprotsessi.

Kivistel puistangualadel on lehtpuudest osutunud kõige sobivamateks sang- ja hübriidlepp (sanglepa ja halli lepa hübriid). Lepad on meie kliimas parimad mullateket soodustavad puuliigid, nad mõjuvad oma rohke juurestiku, lehevarise ja pinnase varjutamisega soodsalt mullatekkeprotsessile. Lepad on vähenõudlikud toitainete ja huumuse suhtes, omavad kiiret kõrguskasvu, ei kannata metsaloomade kahjustuste all, kohanevad hästi ebasoodsates kasvutingimustes ja on vastupidavad seenhaigustele, suitsugaasidele ja muule õhusaastele. Leppade head kasvu soodustavad juurtel elavad mügarbakterid, kes seovad õhulämmastikku. Seni on ulatuslikumat lehtpuude kasutamist endiste karjäärade metsastamisel takistanud vastava istutusmaterjali puudumine. Metsanduslikus mõttes väheväärtuslike liikide istikud (lepp, haab, vaher, saar) ei kasvatata nii arvukalt ette nagu mände, kaski või kuuski [6, 7].

Puurinde järelkasvus võib seoses vanuse kasvuga tõdeda kuuse ohtruse suurenemist, aegamisi lisanduvad harilik vaher, harilik tamm, harilik pärn ja harilik jalakas. Põõsarindesse ilmuvad harilik sarapuu, must sõstar, harilik lodjapuu, seal suureneb hariliku näsiniine ja hariliku kusalapuu ohtrus, ent väheneb pajude – tuhkrupaju, kõrvpaju, kahevärviselise paju ja verkja paju osatähtsus [6, 7].

Metsamajanduslikult kõige tulusamate hariliku männi monokultuuride rajamine tasandatud puistangualadele ei ole alati nende taimestamise kõige optimaalsem viis. Need metsad on tuleohtlikud ja võivad langeda putukarüüste ohvriks, nende alustaimestu liigirikkus on märgatavalt väiksem segapuistute omast ja seega pakuvad nad ka vähem eluvõimalusi loomariigi liikidele. Pealegi ei sobi männikultuurid tasandatud puistangute metsastamiseks kohtades, kus esineb vee-erosiooni, samuti külmakohrutuseohtlikel savi- ja turbapinnastel. Puistute stabiilsuse huvides peaks lehtpuude osa metsakultuurides olema 40–60%.

Pärast põlevkivikarjääri tehnilist korrastamist alal oleva väheviljaka ent lubjarikka pinnase olemasolu tõttu kasvab karjäärides palju kaitsealuseid käpalisi, kes pinnase hilisemal kamardumisel jäävad alla kõrreliste [7].

Nooremate metsade rohurindes on rohkesti avamaadele omaseid taimi: harilik raudrohi, harilik kastehein, harilik puju, paiseleht, võilill, ahtalehine põdrakanep, valge mesikas, aaseahernes ja harilik härjasilm, millest enamus on ka selle vanuserühma metsade olulisteks indikaatorliikideks [6, 7].

Karjäärialadele rajatud puistute alustaimestu struktuuri väljakujunemine, s.t selle stabiliseerumine ja muutumine sarnaseks vanemate metsade alustaimestuga võtab ligikaudu pool sajandit. 40–70 aasta vanustes karjäärialadele istutatud puistute põõsa- ja rohurindes kujuneb

välja liigiline koosseis ja liikide ohtrusvahekord, mis on juba üsna sarnane sealsetele vanematele metsadele, s.t keskealiste ja vanade metsade vahel olulist erinevust ei ole.

Vanemate metsade rohurindele on iseloomulikud mitmed kasvutingimuste suhtes nõudlikud nemoraalsed (laialehiste metsade) liigid – harilik nõiakold, lõhnav madar, harilik sinilill, püsik-seljarohi, harilik saluhein, harilik jänesesalat, salu-tähthein ja mets-tähthein; lisaks nendele veel sõnajalad – harilik naistesõnajalg, ohtene sõnajalg ja laiuv sõnajalg, aga ka seaohakas, aasosi, leseleht, harilik jänesekapsas ja harilik mustikas [6, 7].

Puistu vanusega seoses suureneb oluliselt nende rohurinde üldkatvus, aga ka liigirikkus, ehkki mitte statistiliselt olulisel tasemel; koosluste ühtluskoefitsiendid ning diversiteediindeksid erinevate vanuserühmade vahel palju ei erine [6, 7].

Korrastatud alale istutatud metsade tüpoloogiline mitmekesisus on märkimisväärne. Metsakoosluste varieeruvust määravateks teguriteks on nende vanus, samuti kase ja kuuse ohtrus puurindes. Vanemates puistutes suureneb põõsaliikide, samuti niiskuslembeste liikide osatähtsus, mis viitab tasandatud puistangu ülaosas toimuvale kivimite aktiivsele porsumisele ning vettpidava savikihi tekkimisele/olemasolule mikroreljeefi lohkudes, mis edaspidi jätkuvalt suurendab siinsete elupaikade ning sellega seotud liigilist mitmekesisust [7].

Võrreldes omavahel kuni 50-aastaseid, 51–60-aastaseid ja 61–70-aastaseid männikuid, selgub et kahe esimese vanusrühma puistute liigiline koosseis statistiliselt oluliselt ($p > 0.05$) ei erine, alla 50 aasta ja üle 60 aasta vanuste männikute liigiline koosseis aga on juba oluliselt erinev. 51–60-aastaste ja 61–70-aastaste männikute võrdluse tulemus osutab sellele, et ka enam kui 50-aastaste istutatud männikute liigiline koosseis ei ole veel stabiliseerunud; see on küllaltki olulisel määral jätkuvalt muutumas ja ei vasta veel looduslikult kasvanud vanade männikute liigilisele koosseisule, mille saavutamiseks kulub enam kui 70 aastat [7].

Kuni 50-aastased kaasikud erinevad liigilise koosseisu poolest oluliselt vanematest kaasikutest. Liigilise koosseisu erinevus muutub mitteoluliseks 61–70-aastaste ja vanemate kui 70-aastaste kaasikute vahel, mis kinnitab, et 61–70-aastastes kaasikutes on juba välja kujunenud vanadele metsadele omane liigiline koosseis. Mineraalsele puistangule istutatud kaasikud vajavad vanale metsale omase alustaimestu ja põõsarinde liigilise koosseisu väljaarenemiseks vähemalt 60 aastat [7].

Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna alal on paljudes paikades looduslikult taastunud või siis mineraalsete puistangute istikutega metsastamise tulemusena vähemalt 60-aastane tüpoloogiliselt mitmekesine mets, mille taimkatte liigiline koosseis on stabiliseerumas ning mis kohati sarnaneb juba põlismetsade struktuurile [7].

Kaevandamise kavandamisel tuleb seega arvestada, et kaevandamiseelsetega võrreldava väärtusega elupaikade teke võtab üle 50 aasta ja kulub ca 70 aastat vastamaks võrreldava loodusliku ala liigilisele koosseisule.

Võrreldes Eesti puistute keskmiste takseertunnustega, on põlevkivikarjääride tasandatud puistangutele rajatud kultuuride kasvukäik kiirenev, mis näitab metsa kasvutingimuste paranemise trendi korrastatud aladel. Paremates kasvukohtades on katsekultuuride kõrgus, diameeter ja tüvemaht ületamas Eesti riigimetsade jänesekapsa ja naadi kasvukohatüübi puistute takseertunnuste keskmisi väärtusi.

Männikute valgustusraiate puhul tuleks siin-seal gruppidega säilitada seal kasvavaid lehtpuid ja põõsaid. Niisugused grupid parendavad varise lagunemisel mulla viljakust, suurendavad nii männikute floristilist kui faunistilist liigirikkust ning vähendavad võimalike kahjustuste (põlen-gud, kahjurid) ohtu.

Liikide arvu suurendamine pole karjäärade korrastamisel omaette eesmärk. Mõistlik on aga eristada, millised liigid on eelistatud ja milliste tulek taunitud. Võib kaaluda lihtsate kategooriate määratlemist – näiteks rohumaa- ja metsaliigid on üldjuhul soositud, samas kui ruderaal- ja võõrliikide paljunemist püütakse takistada [6].

Karjäärialade metsastamisel tuleks vältida võõrliikide kasutamist, sest need risustavad kohalike metsade liigilist koosseisu ja genofondi [6, 7].

Elupaikade ja elurikkuse seisukohast on eriti väärtuslikud soostuvate- ning sooelupaikade tunnustega kooslused. Soostuvaid/soostunud kooslusi leidub puistangulohkudes ja taolised sekundaarsed märgalad võimaldavad edaspidi oluliselt suurendada maastike bioloogilist mitmekesisust; nad on eelduseks soo(viku)metsalaikude kujunemisele keset lausalisi männikultuure, samuti varje- või elupaigaks mitmetele kaitsealustele või piiratud levilaga sootaimeliikidele, selgrootutele, kahepaiksetele ja lindudele [6, 7]. Madalate alaliste kui ka ajutiste veekogude ja märgalade alal moodustuvad taimestiku ja ka muu elustiku kooslused oluliselt kiiremini.

Valdavalt sarnaneb põlevkivikarjäärade metsastatud osa linnustiku liigiline ja arvuline koosseis noore majandusmetsa omale. Veelinnustiku liigiline koosseis on keskpärane, seda eriti veega täitunud sügavates tranšeedes, mille taimestumine on algusjärgus. Madalaveelised tehisveekogud pakuvad veelindudele häid toitumis- ja pesitsusvõimalusi ja on sobivaks elupaigaks mitmele kaitsealusele veelinnuliigile, kuid neid madalaid veekogusid on vaid Narva karjääri tranšee 13 alal.

Hõreda ja noore metsaga alasid asustab kohati üsna erandlik linnuliikide kooslus, milles esineb nii mitmeid kaitsealuseid kui ka vääriselupaikadele omaseid liike. Metsa vanuse lisandudes on oodata lindude liigirikkuse suurenemist, kuid selle taastumiseks põlismetsade tasemele kulub veel kümneid aastaid.

Põlevkivikarjäärade metsastamisel on võimaluseks ka kaitsealuste lindude elupaikade kujundamine. Korrastamisel istutatud metsaala järelhoolduse käigus saaks sihtliikide elupaigatingimusi säilitada.

Selleks, et karjäärialale rajatud mets kujuneks võimalikult varakult sobivaks näiteks metsistele, tuleb männikutes neile lindudele sobivates paikades õigeaegselt teha valgustusraiet ning harvendusraietega viia mets juba 40. aastaks täiusele 0.5–0.6. Lisaks võiks kujundada häile, mille läbimõõt võrdub ligikaudu puurinde kõrgusega [6].

Looduslik taastumine on maavarade kaevandamisega, aga ka mistahes muul viisil muudetud maa iseeneslik kohanemine uue olukorraga ilma inimese kaasabita [1]. Kõige odavam on jätta kaevandatud ala üldse korrastamata (ka tasandamata), kuid miinuseks on sel juhul kuni 20 aastat pikem aeg elupaikade taastumise osas, samuti ala hilisema kasutuse raskused tulundusmetsana.

Looduslikult taastunud alade mikroreljeef ning taime- ja loomakooslus erinevad märgatavalt ümbritsevast maastikust. Sellistel aladel hakkavad avalduma iseeneslikud keskkonnaprotsessid, mille tagajärjel tekivad uued, sageli mitmekülgsed kooslused.

Puistangute looduslik taimestumine oleneb paljudest teguritest: ajast, mis on kaevandamisest möödunud, ümbritsevate alade taimestiku iseloomust, pinnase mehhaanilisest koostisest, erosioonikindlusest, toiteelementidega ja veega varustatusest.

Pikaajalises vaates on taimkatte mitmekesisuse seisukohalt karjääripuistangute looduslikule uuenemisele jätmine isegi eelistatavam kui nende korrastamine puude istutamisega, seda eriti

puurinde osas, mis istutatud metsaga puistangutel on liigiliselt eriti vaene. Looduslikul uuene-misel on puittaimedest kõige edukamad mitmed pajuliigid ning arukask, viimane kujunebki puurindes domineerivaks liigiks [6, 7].

Vanades, enne Teist maailmasõda tegutsenud põlevkivikarjäärides on taimkate taastunud loo-duslikult [7]. Kuna katendi paksus neis karjäärides oli väiksem (5–10 m, ühe astmega vaalkae-vandamine), oli ka kivide osakaal tagasitäites väiksem ja pinnase omadused taimestumiseks mõnevõrra soodsamad kui karjäärides, kus katendi paksus on üle 20 m.

Üheks suuremaks looduslikule taimestumisele jäänud alaks on Küttejõu karjäär, mis lõpetas tegevuse 1950. aastal. 1964. a. jäeti Sirgala karjäär umbes 150–200 ha puistangutega ala tasandamata, et seal oleks võimalik jälgida looduslikku taimestumist. Kui niisuguseks maasti-kuks oleks jäetud kõik kaevandatud alad, siis oleks praegu seal tegemist valdavalt kasutamis-kõlbmatu rägastikuga.

Esimestena ilmuvad puistangutele umbrohu- ja prahitaimed. Nende katteväärtus on väike ja neist koguneb maapinnale orgaanilist ainet väga vähe. Seetõttu on mullateke looduslikul taas-tumisel mõneti aeglasem kui istutamisega korrastatud puistangutel. Ilmseks põhjuseks on sa-muti tasandamatusest tingitud erosioon ning sellest johtuv metsakõdu fragmentaarsus [6, 7].

Teaduslike uuringute põhjal on loodusliku taastumise eelised taimestamise ees järgmised [9]:

- ala asustavad liigid kohanevad sealsete tingimustega eeldatavalt hästi, mistõttu ei vaja need tavaliselt lisahooldust;
- spontaanselt asustatud aladel kujunevad üldjuhul väärtuslikumad kooslused;
- taimestiku kujunemise algfaasis pakuvad isetaastumisele jäetavad karjäärid sageda-mini elupaiku haruldastele taime- ja loomaliikidele;
- looduslik taastumine on odav.

Kui loodusliku taastumise eesmärgiks on majandusmets, võib olla vajalik teha põõsaste ja puis-tuks mitesobivate liikide (pajude, halli lepa) ja teiste niinimetatud väheväärtuslike lehtpuude väljaraiet, et vähendada säilitatavate puude vahel kasvukonkurentsi. Kui korrastamise ees-märgiks on looduslik mitmekesine metsakooslus, ei ole väljaraie vajalik [6, 7].

Põlevkivikarjääride tasandamata puistangutel looduslikult taastunud metsade väärtus on ma-jandusliku tuluallikana väiksem, sest raieingimused on raskemad ja saadava puidu kvaliteet ebaühtlane. Looduslik puistu kujuneb juhuslikult ja puud on erivanuselised, sageli kõverate tüvede ja ebakorrapäraste võradega. Isutatud metsakultuurides on puud ühevanuselised ja ühtlasema kvaliteediga, samas on need vastuvõtlikumad kahjurite rüüstele ja (eriti männikud) põlengutele [6, 7].

Looduslik uuenemine toob aja möödudes karjäärialadel kaasa mitmekesisema elustiku kui see on männiistandikes. Peamine põhjus seisneb selles, et looduslikult kujuneb puurinne nii ruu-miliselt kui ka liigiliselt ebaühtlaseks. Ka varieerub tasandamata vanadel puistangutel niiskus-režiim. Seetõttu sobivad nad pikema ajaperioodi järel kasvukohaks märksa suuremale arvule taimeliikidele kui korrastamisel rajatud männikud. Rohttaimede suurim liigirikkus endistel kaevandusaladel on tuvastatud just vanemates spontaanselt taastunud taimestikuga sega-puistutes, mis kinnitab seda, et karjäärialade korrastamine erinevate puuliikidega metsasta-misel, k.a. lehtpuud, on seal suurema liigirikkuse kujunemise eelduseks [6, 7].

Seega on taimkatte mitmekesisuse seisukohalt karjääripuistangute looduslikule uuenemisele jätmine isegi eelistatavam kui puude istutamisega korrastamine, seda eriti puurinde osas, mis

istutatud metsaga puistangutel on liigiliselt eriti vaene. Miinuseks aga on see, et võrreldes bioloogilise korrastamisega on looduslik taastumise ajaperiood paarkümmend aastat pikem.

Looduslikule taimestumisele tuleks jätta alad, mis karjääride sulgemisel ja veepumpamise lakkamisel võivad soostuda või kujuneda märgaladeks või veekoguks, samuti alad mis on korrastamiseks raskesti ligipääsetavad ja mille korrastamine on seotud suurte kulutustega ning ohuga nii seadmetele kui meeskonnale[6, 7].

3.5 Kaevandamise pikaajalisus

Suurtes põlevkivikarjäärides on pikaajaline kaevandamine tavaline ja nende korrastamise sihtotstarbe võib kaevandamise aja jooksul muutuda. Kaevandamise alguses ei saagi ette näha mis vajadused on 30–50 aasta pärast ja seetõttu on need juba kaevandamise käigus korrastatud metsamaaks. Kaevandamisloa tingimuste kohaselt seni metsamaaks korrastatud alad paikuvad samas mitmeid võimalusi seal mitmekesiste elupaikade tekke soodustamiseks ja kujundamiseks.

Väikeste karjääride ja kaevanduste korral, kus kaevandamisaeg lühike, on võimalik ala hilisemat kasutust täpsemalt prognoosida ning korrastamisprojekt koostada ühes kaevandamisprojektiga.

Kui ala pole mäeeraldise või selle teenindusmaana kaevandajale enam vajalik, tuleks see viia pärast korrastamise kohustuse täidetuks tunnistamist mäeeraldisest välja¹¹ ja võtta kasutusele muu sihtotstarbega kui mäetööstusmaa.

Korrastamisel on oluline arvestada, kes hakkab kaevandatud alasid tulevikus kasutama ja mis on tema eesmärgid. Kui ala läheb erikasutuse alla (kaitseväge harjutusväli, päikesepaneelidega energiapark, hüdroakumulatsioonijaamad jne), siis võib piirduda korrastamisel ala tulevase kasutuse vajadustega, nt metsa istutamise võib ära jätta.

Eriotstarbelise maakasutuse kavandamisel või tekkel on vajalik omaniku kaasamine kohe kaevandamise algstaadiumis või vastavasisulise teabe saamisel.

¹¹ Maapõueseadus § 66 (1) 5).

3.6 Kaevandatud ala korrastamine ringmajanduse osana ja ökosüsteemi teenuse kvaliteedi suurendamine

Lisaks tootmise efektiivsusele ja jäätmetele hõlmab ringmajandus ka ökosüsteeme. Looduslik inimõjuta ökosüsteem ongi ringmajandav. Kaevandamisel saadavate ressursside säästev ja pikaajaline kasutamine eeldab hinnangu andmist nende kättesaadavusele, et tagada samaaegselt nii varustuskindlus kui ka ökosüsteemide kaitse.

Looduse poolt pakutav ökosüsteemiteenus on samuti väärtus ja ressurss, mille kasutamine peab olema kestlik. Elupaikade ja veekeskkonna säilitamine ning taastamine on oluline komponent ökosüsteemiteenuste toimimiseks ja looduskeskkonda loodud väärtus väärib vääristamist.

Ideaaljuhul tähendaks keskkonnahoidlik põlevkivi kaevandamine intensiivset kaevandamistehnoloogiat, mille puhul keskkonna koormamine on lühiajaline ja kaevandatud ala korrastatakse kiiresti, taastatakse võimalikult looduslähedane seisund ja tunnustatud väärtusega maastikud.

Põlevkivikarjääridest sobituvad ringmajanduse kuvandisse paremini väikesed Ubja ja Vanaküla karjäär. Väikese suuruse tõttu toimused kaevandamine ja ala korrastamine seal kiiresti. Suurtes karjäärides on see kaevandamisaja pikkusest johtuvalt paratamatult oluliselt raskem. Kaudselt toetab suurte karjääride korrastamisel ringmajanduse aspekte maapõueseaduse paragrahvi 66 lõike 1 punkt 5, mille järgi saab kaevandamisloa omaja taotleda mäeeraldise pindala vähendamist pärast kaevandatud maa korrastamise kohustuse täidetuks tunnistamist. Korrastatud kaevandatud maa võetakse nii kiiremini kasutusele.

Kaevandatud alade korrastamisel on võimalus ka ökosüsteemi teenuse mitmete aspektide (nt esteetiline, meelelahutuslik, hariduslik, vaimne jm) kvaliteedi tõstmiseks, s.t saab luua esteetilisi naudinguid pakkuvad looduslikke tingimusi, atraktiivsus maastikuvaatlusteks, esile tuua teatud looduslikke sümboleid või indikaatorliike, samuti alaga seotud pärandkultuuri objekte¹² jne).

Korrastatud ala elupaigad erinevad paratamatult kaevandamiseelsest, kuna kaevandamiseelset looduslikke ökosüsteeme taastada oleks äärmiselt kallis. Karjääriivisil põlevkivi kaevandamine põhjustab eluslooduse elupaikades 60-70 aasta pikkuse vähema väärtusega perioodi. Sellega peab arvestama kaevandamist kavandades, et mõju leevendamiseks tuleb vajadusel rakendada ka kompensatsioonimeetmeid.

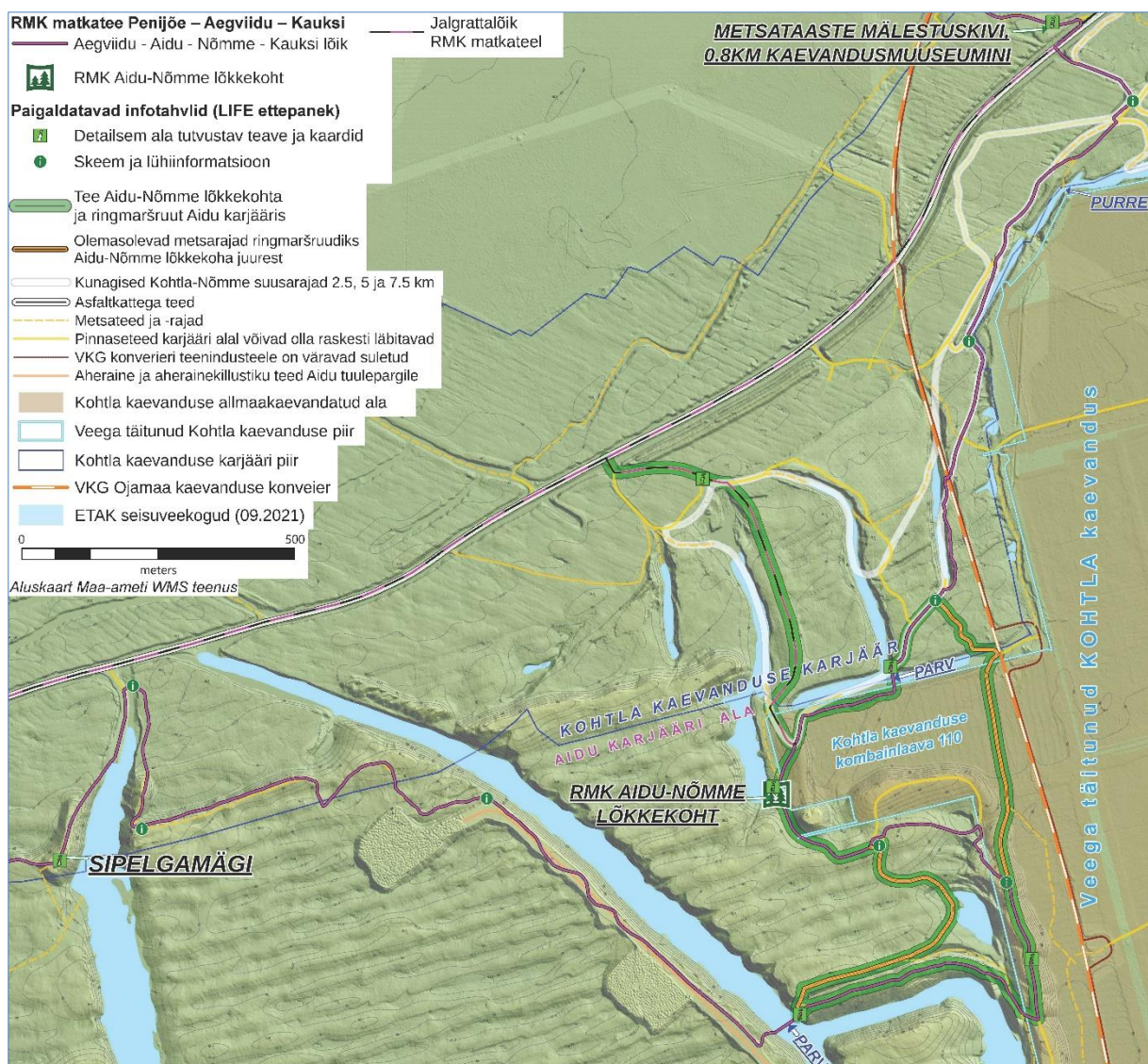
Lisaks elupaikade vähema väärtusega perioodile, võib põlevkivikarjääride korrastatud aladel suurened ka uus inimkoormuse surve. Neil aladel on olemas looduskaitseliste piirangute ja püsielaniketa vaba maa, samas on säilinud karjääri töötamisajast pärinevaid infrastruktuuri osi. Seega sobivad need alad tuulikute, energiaparkide, hüdroakumulatsioonijaamade ning kaitsevää harjutusväljade rajamiseks. Seda võib vaadata ringmajanduse võtmes taaskasutuseks ning kui need rajatised leiavad koha endistel kaevandusaladel, ei ole tarvidust hävitada/kahjustada looduslikke kooslusi kusagil mujal. Igal juhul on see mõistlikum lahendus, kui näha kaevandusaladel 60 aastat vaeva selleks, et tekitada täisväärtuslik metsaelupaik ning samal ajal raadata nt Kõrvemaal looduslikku metsa uue polügooni rajamiseks.

Kaevandatud ala korrastamise seisukohalt on siin oluline, et kaevandatud alale energeetilistel ja riigikaitselistel eesmärkidel lisanduv koormus oleks teada võimalikult vara, siis saaks jätta

¹² Tõhusaks meetmeks sotsiaalsete ning majanduslike raskuste leevendamiseks piirkondades, kus tööstuslik tootmine on vähenenud või lõppenud, on tööstuspärandi väärtustamine ja selle uute kasutusviiside rakendamine.

osa alasid looduslikule taastumisele ja ei peaks istutatud tulundusmetsa enne raieküpsuse saavutamist maha võtma.

Ringmajanduse võtmes on lisaks kaevandamisel korrastatud alade senisele praktikale¹³ oluline hoida ja väärtustada maastikuliselt ja elupaikade mitmekesisuselt parimaid ökosüsteemi teenuseid pakkuvaid alasid. Üheks taoliseks alaks on Aidu karjääri kirdenurk, mis hõlmab ka Kohtla karjääri ja paikneb Kaevandusmuuseumi läheduses (joonis 9).



Joonis 9. Korrastatud Aidu karjääri kirdenurk ja Kohtla kaevanduse karjäär.

Siin alustati 1960. a. Eesti põlevkivikarjäärade metsastamist; alal on reljeefilt mitmekesine maastik tehisveekogudega, istutatud metsa vanus on 20-60 aastat ja võrreldes Aidu karjääris tasandatud tagasitäite platodele rajatud männipuistutega, on siin tulundusmetsaks sobimatu maapinnareljeefist johtuvalt rohkem alasid, mis on jäetud looduslikule taastumisele.

Seda vaheldusrikka reljeefiga ala on kasutatud suusaspordiks, rajatud olid ka valgustatud suusarajad, kuid pärast Kohtla kaevanduse ja Aidu karjääri sulgemisega kaasnenud põhjaveeta-

¹³Korrastatuks tunnistatud aladel on korrastamistööd tehtud vastavalt Eesti seadusandluse nõuetele.

seme tõusu tekkinud veekogud on takistanud suusaradade edasist kasutamist. Praegu pakutakse sellel alal seiklusturismi teenuseid ning seda läbib RMK Penijõe – Aegviidu – Kauksi matkatee, mis viib ka Kaevandusmuuseumi.

Aidu karjääri kirdenurk on üks väheseid kohti, kus kaevandamisjärgne maastik ja kujunenud ökosüsteem demonstreerivad erinevaid ja positiivseid võimalusi kaevandamisjärgse alal kasutamiseks muul moel kui energiatootmiseks või riigikaitseks. Ala paikneb Maidla, Püssi ja Kohtla-Nõmme vahel¹⁴ ja kui sinna rajada õpperada, täiendaks see Kaevandusmuuseumis tutvustavat Eesti põlevkivikaevandamise ajalugu looduskeskkonna aspektidega. Laiemale avalikkusele saaks tutvustada nii tööstuspärandit kui ka eluta ning elus loodust, karjääride korrastamist, selle tulemusel tekkinud elupaiku ja nendes kujunenud elustikku ning korraldada õppetöid. Aidu karjääri kirdenurgale on hea ligipääsetavus (teed, parkimisvõimalus), võimalused jalgsi-, ratta- ja veematkadeks, sobiv kaugus lähimatest asulatest ja haridusasutustest ning suur potentsiaal turismi seisukohast.

LIFE IP CleanEST projekti käigus kasutatakse Aidu pilootala (joonis 9) näitlikustamiseks, kuidas suurte põlevkivikarjääride ala on võimalik taastada väärtusliku elukeskkonnana erinevatele liikidele (elurikkus), kuidas korrastatud aladel tekivad liigirikkad ja elujõulised kooslused ning kuidas taastatud alad saavad pakkuda kogukonnale väärtuslikke ökosüsteemiteenuseid.

¹⁴Näiteks Narva karjääri ümbruses on elanikke vähe, haridusasutusi ja muuseume pole ning enamus karjäärist läheb kaitseväge harjutusvälja alla.

3.7 Veekogud ja nende elustik

Veekogude teke on määratud kaevandamisel ja tehnilisel korrastamisel tekkiva maapinna kõrguse ja põlevkivikarjääris pärast kaevandamise lõpetamist kujuneva põhjaveetasemega.

Põlevkivikarjääride veekogudel on oluline roll mitmekesiste elupaikade kujunemisel ja kaevandatud ala ühiskonnale täisväärtuslikuks loodushüvesid pakkuvaks ökosüsteemiks muutmisel. Sõltumata kaevandamisjärgsest kasutusviisist on tehisveekogud silmapaistvateks maastikuelementideks ja elupaigaks. Karjäärimaastike korrastamisel võiks iga 2–3 ruutkilomeetri kohta rajada veekogu [6, 7].

Soovitav on hakata karjääriveekogu kujundama juba kaevandamise käigus. Varane korrastamine annab eeliseid maastikku sobivate elupaikade loomisel ning võib osutada ka märksa odavamaks kui hilisem korrastamine [1].

Korrastatud alade veekogud peavad olema looduslähedased, veerežiim peab vastama maa kasutamise sihtotstarbele ning avalikuks kasutuseks korrastatud alad ei tohi olla inimesele ohtlikud. Oluline on kujundada inimestele ohutud ligipääsuvõimalused avalikele veekogudele ja minimeerida õnnetuste toimumise võimalusi [1]. Näiteks toimub Aidu karjääri tehisveekogudel¹⁵ kalastamine, matkamine, sõude- ja motosporti üritused ning ala arendatakse SA Aidu Veespordimaailm poolt.

Karjääriveekogu ökoloogilise seisundi, elupaikade ja vee kvaliteedi kujunemisel on oluline tekkiva veekogu morfoloogia. Veetaimestiku kujunemist pärstavad astangud, püstised ja järsud nõlvad ning sügav vesi. Enamik mageveeliike saavad asustada veekogu madalveelisi osi, mille nõlvnurk on ligikaudu 1 : 10. Tehisveekogu madalama sügavusega (<2 m) alasid võiks veetaimestiku arenemise soodustamiseks olla vähemalt 5% veekogu pindalast [1]. Aidu ja Narva karjääri 13. tranšee suurtes karjääriveekogudes ja Viivikonna jaoskonna suures tekkivas veekogus on madalaveelise ala pindala 10-25 %, kuid madalaveelise ala veealune nõlvnurk on järsem.

Veekogude laugete kallaste ilmestamiseks ning reljeefi vormide rõhutamiseks on sobiv kasutada lehtpuu- ja põõsaliike [6, 7]. Kui tekkiva tehisveekogu kaldaäärne pinnas on niiske, on soovitatav jätta kaldad looduslikule taastumisele [1].

Kaevandatud aladele moodustuvad tehisveeveekogud erinevad looduslikest veekogudest. Kui looduslike veekogude põhjas on suurel hulgal orgaanilist setet, mis toimib loodusliku veetõkkena, vähendades biogeokeemilist veevahetust ja lahustunud ainete kandumist põhja- ja pinnavee vahel, siis kaevandatud aladele moodustatud tehisveekogudel selline orgaanilise aine kiht esialgu puudub. Seetõttu on veevahetus neis kiirem ja vee keemiline koostis sarnaneb esialgu piirkonnas leviva põhjavee omaga (seda eeskätt pH, oksüdeeritavuse, kareduse, elektrijuhtivuse, läbipaistvuse, lämmastik- ja fosforühendite poolest)[1].

Kitsaste ja sügavate tranšeeveekogude puhul muutub vesi hapnikuvaeseks palju kõrgemal kui laiemates, laugete nõlvadega ja madalamates karjääriveekogudes. Hapnikupuudus ja väävelvesiku olemasolu ei soodusta elustikule sobivate vee-elupaikade kujunemist [3].

Eesti Loodushoiu Keskuse ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuse OÜ poolt läbi viidud uuringute järgi on karjääriviisil kaevandatud aladel tekkinud suurte tehisveekogude elustik alles kujunemisjärgus.

Aidus karjääris on võrreldes Narva karjääri 13. tranšee alaga, vaatamata ligi kaks korda suuremale vanusele, vee-elustik vaesem [3]. Elustikule olulise erinevusena võib esile tuua, et Aidu suurte veekogude maksimumsügavused (20 m) on kaks korda suuremad ja korrastustöödel

¹⁵ Aidu karjääri korrastamise põhisuunad on olnud metsastamine koos vee- ja puhkemajanduslike võimaluste loomisega [8].

laugendatud veealuste nõlvadega kaldavööndi osakaal on tühine¹⁶. Madalaveelise, laugendatud veealuste nõlvadega kaldavööndi olemasolu on veekogude elustikule väga oluline [3].

Aidu veekogudega võrreldes on Rästikmetsa järv elustiku (sh kalad) elupaigana märgatavalt soodsam, ka vee parameetrid (temperatuur, hapnikusisaldus, elektrijuhtivus, pH, redokspotentsiaal ja hägusus) on elustikule sobivad. Hoolimata Rästikmetsa järve väiksemast vanusest on kalastik seal mitmekesisem kui Aidu karjääris [3, 4].

Põlevkivikarjäärides hiljuti tekkinud veekogude veele on iseloomulikud kõrge sulfaatide sisaldus ja elektrijuhtivus ning madalad lämmastiku, fosfori, BHT ja KHT väärtused. Probleemiks on vee kihistumine sügavates veekogudes, mis väljendub nii mõõdetud veeparameetrites (temperatuur, hapnikusisaldus, elektrijuhtivus, pH, redokspotentsiaal ja hägusus), kui ka vee raskemetallide sisalduses [2]. Aidu karjääri veekogudes algavad kaladele ebasoodsad tingimused juba ca 3–5 m sügavusel [3].

Põlevkivi kaevandamise lõppemisel kaevandatud alal olemasolevad ja lähitulevikus lisanduvad veekogud ning kujunemisjärgus elustik ning kaevandatud ala isevoolsete veelaskmete veekvaliteet ja mõju eesvooluks olevatele pinnaveekogumitele vajavad jätkuvat tähelepanu ja seiramist.

Kalastik areneb kiiremini nendes tehisveekogudes (Aidu karjäär ja Rästikmetsa järv), mis on vooluveekogudega ühendatud; seal on aja jooksul välja kujunemas tüüpiline järvede kalastik [3, 7]. Põlevkivikarjäärides tekkinud tehisveekogud on potentsiaalselt head elupaigad ka jõe-vähile.

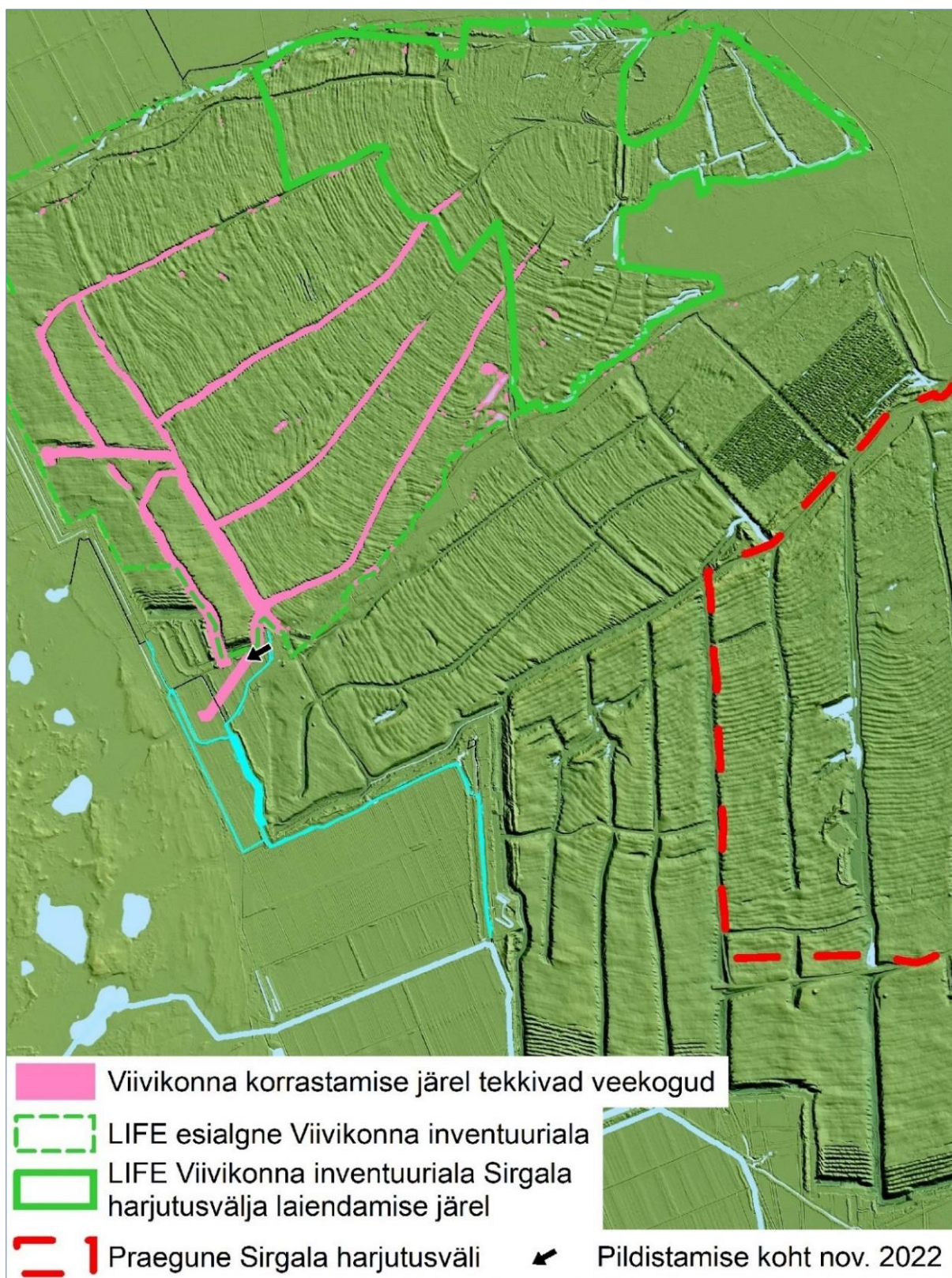
Johtuvalt kaevandamise lõpetamisest kujuneva lähiaastatel Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna ala väljaveotranšeedes uued suured tehisveekogud¹⁷ (joonis 10), mis on madalamad kui Aidu karjääris ja sügavamad kui Narva karjääri 13. tranšee alal; selle karakteristiku kohaselt oleks need vee-elustiku elupaigana ilmselt vahepealse kvaliteediga. Viivikonnas Narva karjääri 13. tranšee alaga võrreldavas mahus madalaveelisi tiike/lompe/märgalasid, mis pakuks vee-elustikule potentsiaalselt häid elupaiku, ei teki.

Kalastiku kujunemise seisukohast on Viivikonnas vähemalt kümmekond aastat puuduseks asjaolu, et tekkivatel veekogudel puudub ühendus vooluveekogudega [7]. Vastavalt olemasolevale korrastusprojektile hoitakse suurte Viivikonna veekogude veetase absoluutkõrgusel ca 30 m. Suure veekogu (>100 ha) liigne vesi tõstetakse pumbajaamaga 5-6 m kõrgemale, et see saaks voolata Mustajõkke [12]. Seega puudub Mustajõe kaladel võimalus liikuda Viivikonnas tekkivatesse uutesse tranšeeveekogudesse [7]. Võimalus vee isevoolseks väljavooluks ja kalade rändeks tekib alles Narva karjääri ülejäänud osade sulgemise järel.

Narva põlevkivikarjääri endise Viivikonna jaoskonna lääne- ja edelaosas moodustuvate uute veekogudega ala jääb Kaitseväe Sirgala harjutusvälja laienduse alla. Sõltumata kaevandamisjärgsest kasutusviisist on tehisveekogud olulised elupaigad ja Kaitseväe Sirgala harjutusvälja tulevastes projektlahendustes (teede ja ülepääsude rajamisel veekogust) tuleb arvestada vajadusega säilitada kalastikule liikumisvõimalus.

¹⁶ Narva karjääri tranšee 13 alal moodustunud Rästikmetsa järves (praegu keskkonnaregistris kui Mustanina karjäär VEE2028170) on laugendatud nõlvu ca 20%.

¹⁷ Ala kaevandamisaegset põhjaveetaset tõstetakse vähendamaks kaevandamise võimalikku mõju Alutaguse rahvusparki ja Kurtna loodusala.



Joonis 10. Viivikonna karjääri korrastamise järel põhjavee tõusust tekkivad veekogud (veepinna tase ca 30 m).

Tehisveekogude suurus. Maapõuaseadusega sätestatud kaevandusalade korrastamise regulatsioon ei käsitle eraldi kaevandamise järel tekkivaid suuri pinnaveekogusid, mis võivad suuruselt (>50 ha) järgi osutada pinnaveekogumiks; nõuded on samad kui tiikide puhul.

Pindala (>50 ha) järgi kuuluvad Aidu karjääri sõudespordikanaliga ühendatud tehisveekogud ja Narva karjääri 13. tranšee Rästikmetsa järv (praegu keskkonnaregistris kui Mustanina karjäär VEE2028170) pinnaveekogumite alla. Nende veekogude veepiir ja pindala vajavad veel täpsustamist, kuna tegelik veepiir on oluliselt kõrgemal¹⁸ kui ETAKi nimistus toodu.

Suurtele tehisveekogudele laienevad veekogumina Veepoliitika raamdirektiivi nõuded hea ökoloogilise potentsiaali tagamiseks. Nendest suurtest tehisveekogumitest toimub vee väljavool isevoolsetes väljalaskmetes pinnaveena, kuid väljalaskme veekvaliteedi määrab suur põhjavee osakaal.

Suurte tehisveeveekogude kujundamisel on vajalik õigeaegselt pöörata tähelepanu nende hea ökoloogilise potentsiaali saavutamisele; selleks on eeskätt vaja piisavalt madalaid alasid ja ühendatust vooluveekogudega.

Hetkel pole otstarbekas teha suurtest karjääriveekogudest veekogumeid, kuna vee-elupaigad pole veel välja kujunenud ja vee kvaliteedis on kohati probleeme ülemäärase niklisisaldusega.

Oluline on varases arengujärgus ja dünaamilises muutuses olevate suurte veekogude seisundi seire, et hinnata nende ökoloogilist potentsiaali.

Aidu suure korrastatud karjääriala eeldused kujuneda kõrge ökoloogilise väärtusega looduskoskonnaks on tagasihoidlikud, enamasti metsastatud tagasipuiste lõunapoolsest platooalast on kujunemas tööstusmaastikuks, kus paiknevad tuule- ja päikesepargid ning hüdroakumulatsioonijaam. Seda rohkem vajab väärtustamist korrastamisjärgselt mitmekesine Aidu karjääri kirdenurk, mis hõlmab ka Kohtla karjääri ala.

Narva karjääri 13. tranšee alal on eeldused kujuneda mitmekesiste elupaikadega keskkonnaks. Korrastustööd on seal lõpetatud ja uusi kavandatud tegevusi (energiapargid, kaitsevöö harjutusväljakud jne) pole teada [3, 4]. Rästikmetsa järv, mis tekkis 2017. a. ja on alates 04.11.2021. a. keskkonnaregistris kui Mustanina karjäär VEE2028170, on elupaigana soodsam kui Aidu karjääri veekogud, mis kujunesid juba 2014. a. [3].

Tulevikus, kui on näha vee keemilise koostise, taimestiku ja planktoni arvukuse ja biomassi edasised arengud ning kui täiendavate kalaliikide asustamine ei halvenda kalastiku üldist seisundit, võiks Rästikmetsa järve asustada litofiilseid kalaliike nagu peipsi siig, räabis ja peipsi tint [3].

3.8 Raskmetallide mobiilsus kaevandatud põlevkivialadel

Uueks probleemiks on osutunud põlevkivikarjääride tagasitäite pinnases ja suletud allmaakaevandustes nikliühendite liikuvaks muutumine [2, 4, 5, 11]. Karjääriviisil kaevandatud ala isevoolse väljalaskme vesi iseloomustab karjääri territooriumil tagasitäitepuistangutes sademetest formeerunud ülemise põhjaveekihi vett ja karjäärialale mujalt voolavat põhjavett.

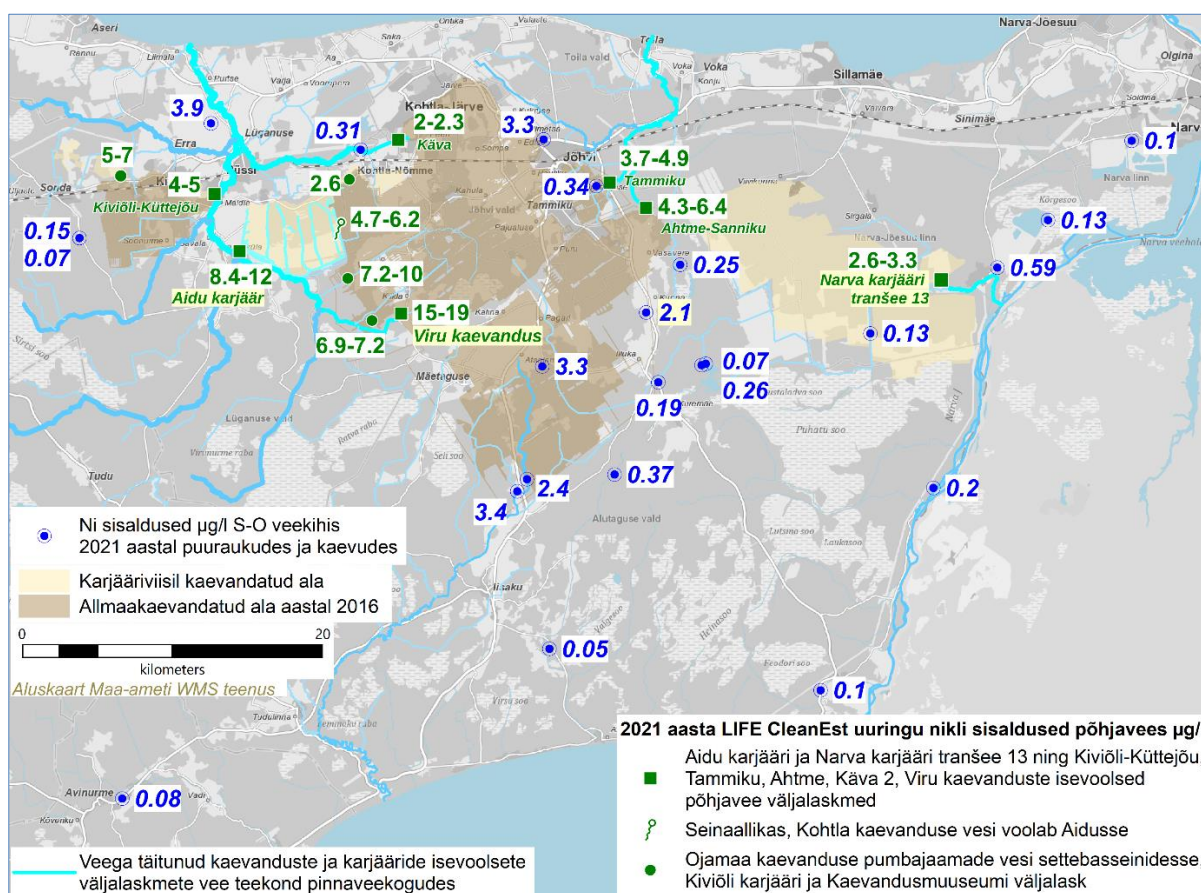
Raskmetallidest oli Aidu ja Viru isevoolsete väljalaskmete vees nikli sisaldus üle põhjavee künnisarvu (10 µg/l), põhjavee piirarv (200 µg/l) ületatud ei olnud. Molübdeeni sisaldus Narva

¹⁸ Näiteks on Narva karjääri tranšee 13 veekogu tegelik pindala on ca 15 ha suurem kui keskkonnaportaalis 2023 aasta algul näidatu

põlevkivikarjääri 13. tranšee väljalaskme vees oli 2019-2020. a. üle põhjavee künnisarvu (5 µg/l) kõigis veeproovides (11-13 µg/l); põhjavee piirarv (70 µg/l) ületatud ei olnud. Põhjavee väljavoolul pinnavette tekitab pinnaveele sätestatud nõuete osas probleeme nikkel, molübdeeni osas pinnaveele piirväärtust pole sätestatud¹⁹.

Veega täitunud põlevkivikarjääride ja -kaevanduste isevoollsetes väljalaskmete vees ületab nikli ja selle ühendite sisaldus pinnaveele seatud järgset hea seisundiklassi aastakeskmist piirväärtust (AA-EQS) 4 µg/l; keskkonnaministri 24.07.2019 määrus²⁰ nr 28). Suurim pinnavee lubatud keskkonnakvaliteedi piirväärtus (MAC-EQS) 34 µg/l²¹) nendes isevoollsetes väljalaskmetes ületatud ei ole [2, 4, 5, 11].

Nikli ja selle ühendite sisaldused on suurimad Aidu ja Viru isevoollsete väljalaskmete vees (joonis 11). Need mõlemad kaevandatud alad on suhteliselt vähe aega olnud veega täitunud.



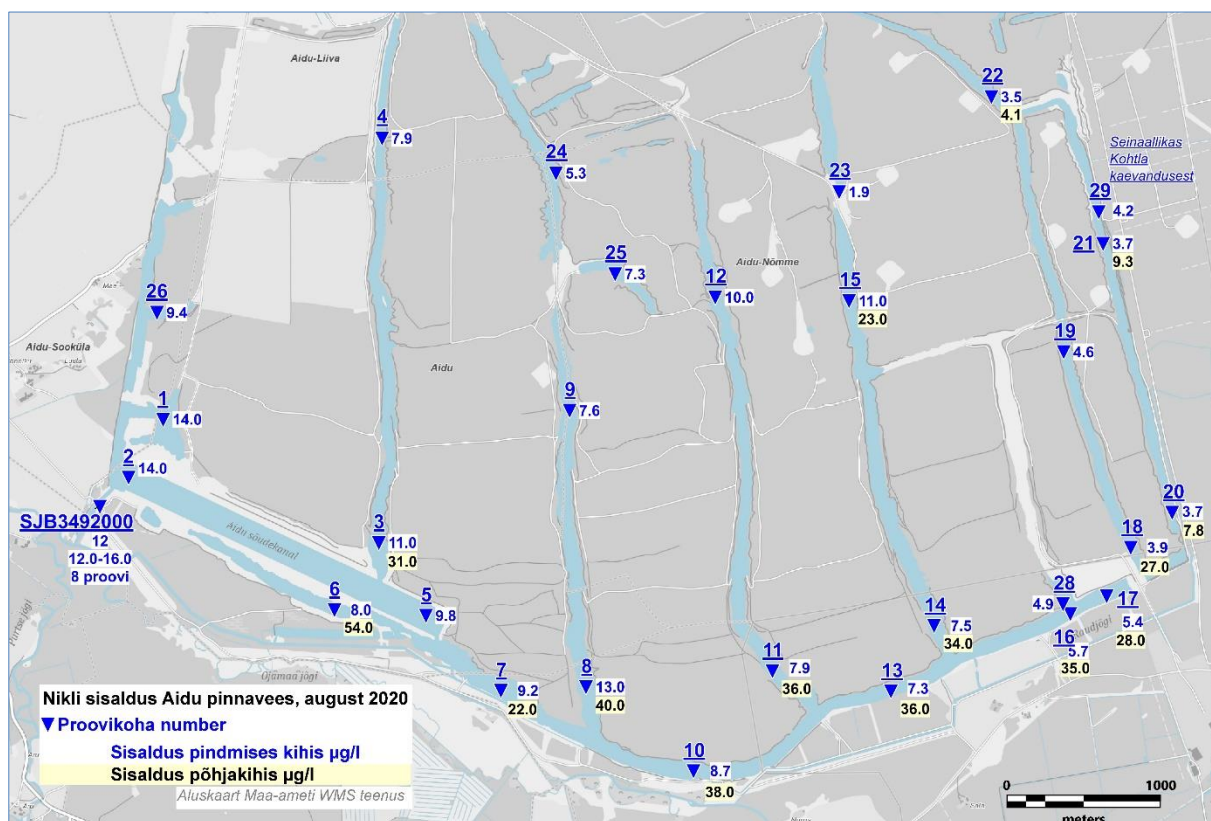
Joonis 11. Nikkel Ordoviitsiumi Ida-Viru ja Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumites 2021. a.

¹⁹ Molübdeeni PNEC veeorganismidele on 11.9 mg/l <https://echa.europa.eu/et/registration-dossier/-/registered-dossier/15524/6/1>

²⁰ Prioriteetsete ainete ja prioriteetsete ohtlike ainete nimekirj, prioriteetsete ainete, prioriteetsete ohtlike ainete ja teatavate muude saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused ning nende kohaldamise meetodid, vesikonnaspetsiifiliste saasteainete keskkonna kvaliteedi piirväärtused, ainete jälgimisnimekirjaga seotud tegevused.

²¹ MAC-EQS) ületamisi oli vaid Aidu tranšeeveekogude sügavalt anaeroobsest põhjakihist võetud veeproovides, pinnakihist toimivas väljavoolus on nikli sisaldused väiksemad.

Nikli sisalduse oluline suurenemine toimub Aidu karjääri piires. Tõenäoliselt on tegemist kohtspetsiifiliste protsessidega, mis on seotud karjääris vee all oleva tagasitäitega [2, 4, 5].



Joonis 12. Nikli sisaldused Aidu karjääri veekogudes 2020. a. [5].

Nikli ja selle ühendite pinnavee piirväärtuse AA-EQS 4 µg/l puhul arvestatakse ohtlikust veeorganismidele biosaadava kontsentratsioonina. Pinnavee veeproovis analüüsitulemuse 4 µg/l ületamisel tuleb veekogu seisundihinnangul arvestada nikli ja selle ühendite biosaadavust.

Biosaadava nikli ja selle ühendite pinnaveekogude piirväärtus (4 µg/l) on oluliselt ületatud Aidu karjääri sügavate tranšeeveekogude põhjakihis ja väljavoolus Ojamaa jõkke. Viru kaevanduse väljavoolus oli biosaadava nikli ja selle ühendite piirväärtus ületatud kolmest proovist ühes [2].

Põlevkivikarjääride/kaevanduste veega täitumisel nikliühendite liikuvaks muutumise protsess pole lõpuni selge ega ette ennustatav konkreetsemate meetmete rakendamiseks, seetõttu on esimese asjana vajalik korrastamisjärgne nikliühendite seire veekeskkonnas.

3.9 Veekeskkonna seire ja uuringud

Johtuvalt nikliga seotud probleemistikust ja kujunemisjärgus olevast veekogude elustikust on vajalik kaevandatud põlevkivikarjääride alal tekkinud (ja tekkivate) suurte seisuveekogude seire:

- aluspõhjakiivimates oleva nikli liikuma pääsemise protsessi ja selle pinnaveekogudele mõju hindamiseks;
- veekogude kujunemise algusjärgus intensiivsel muutuste perioodil oleva elustiku ja elupaikade sobivuse hindamiseks (veekogude edasiseks kasutamiseks).

Aidu karjääri veeökosüsteemi täpsemaks hindamiseks tuleks kasutada keerukamaid põhjalikke biosaadavuse hindamise protseduure, sealhulgas toksilisuse biotestide tegemist liikide

tundlikkuse määramiseks (ökotoksikoloogilisi uuringuid viib läbi KBFI). Vajalikud võivad olla teaduslikud katsed biosaadavuse (mudelite) täpsustamiseks sedavõrd ebaharilikult suure karedusega vees. Nikli mobiilsuse suurenemise protsesside, biosaadavuse ja ökotoksikoloogilise mõju paremaks analüüsimiseks on vaja teada, mis ühendite kujul nikkel vees esineb (vastava analüüsivõimekusega labor Eestis puudub ning seetõttu tuleb kasutada välislaborit).

Töötavate Kiviõli karjääri ja Ojamaa kaevanduse heitveelaskudes on nikli sisaldus üle 4 µg/l ja heitveelasu mõju hindamisel pinnaveele tuleb arvestada nikli ja selle ühendite biosaadavust. Purtse jõe valgala Kiviõli karjääri, Ojamaa kaevanduse, ehitatava Uus-Kiviõli kaevanduse keskkonnalubadesse tuleb lisada nikli ja biosaadavuse mudelite rakendamiseks vajalike näitajate (Ca, Mg, DOC ja pH) määramine kaevandusvee heitveelaskmetes ja suublas.

Ka riiklikus keskkonnaseires tehtav veekogu seisundi seire peab võimaldama nikli biosaadavuse arvutamist Purtse jõe ja Pühajõe valgala vooluveekogumite seisundi hindamisel. Lisaks nikli peavad nende pinnaveekogumite seires olema määratud karedust põhjustavad ühendid (Ca, Mg), DOC ja pH).

Kui Narva karjääri endise Viivikonna jaoskonna alal tekivad kavandatud veetaseme reguleerimise tulemusena suured tranšeeveekogud, on ka sealt ära pumbatavas vees vajalik nikli sisalduse seire.

Korrata LIFE IP CleanEST projekti 4. faasis 2020. aastal tehtud veekogude elustiku uuringut muutuste jälgimiseks koos vee keemilise koostise (sh raskmetallide) analüüsidega. Taoline nikli ja teiste toksiliste ainete sisalduse mõju uuring kalastikule ning muudele elustikurühmadele (koorikloomad, suurtaimed jne) on eelduseks nendesse veekogudesse kalastiku asustamise võimaluste üle otsustamiseks. Kordusuuring on vajalik ka Rästikmetsa järve (Mustanina karjäär VEE2028170) sobivuse hindamiseks jõevähi elupaigana, sest Narva jõe süsteemist on hakanud Rästikmetsa järve levima marmorvähk²², mis kujutab endast jõevähi asurkonnale ohtu. Kavandatud uuring võimaldab otsustada ka litofiilsete kalaliikide (peipsi siig, räabis ja peipsi tint) asustamise üle ja saada lisaandmeid Rästikmetsa järve sobivusest näiteks kalakasvatuseks.

²² Marmorvähk on tõenäoliselt võimeline Rästikmetsa järve elupaigana asustama ja võib ohustada järves kujunevat jõevähi populatsiooni [3].

4 Kirjanduse viited

1. Ehitusmaavarade uuringu- ja kaevandamisalade korrastamise käsiraamat. OÜ Inseneribüroo Steiger. Tallinn 2017.
2. LIFE IP CleanEST projekti tegevus C.8. Veest sõltuvate looduslähedaste elupaikade võrgustiku kujundamine kaevandatud aladel. Nikli uuring pinnavees Ida-Virumaal Purtse valgalas 2021. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn 2022.
3. LIFE IP CleanEST projekti tegevus C.8. Ülevaade Aidu karjääri ja Narva karjääri tranšee 13 ning piirkonna vanemate karjääriveekogude uuringutest. Eesti Loodushoiu Keskuse lõpparuanne, Tartu 2020.
4. LIFE IP CleanEst projekti tegevus C.8. Kaevandatud aladel tekkinud tehisveekogude inventuuri aruanne. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn 2021
5. LIFE IP CleanEst projekti tegevus C.8. Ülevaade nikli sisaldusest Aidu ja Narva karjääri tranšee 13 veekogude süsteemis. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn 2020
6. LIFE IP CleanEST projekti tegevus C.8 Maismaa- ja märgalade elupaigad Narva karjääri 13. tranšee ja Aidu karjääri pilootaladel. Jaanus Paali OÜ lõpparuanne. Tartu 2020.
7. LIFE IP CleanEST projekti tegevus C.8. Sirgala II mäeeraldise Viivikonna jaoskonna ala potentsiaalsete kujundatavate elupaikade ja veekogude uuring. Jaanus Paali OÜ. Tartu 2021.
8. Viil, A. 2011. Põlevkivikarjäärade (kaevandatud alade) rekultiveerimine. – Kaevandamine ja vesi. TTÜ Mäeinstituut. Lk. 112-121.
9. Prach, K., Hobbs, R. 2008. Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. – DOI:[10.1111/j.1526-100X.2008.00412.x](https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2008.00412.x)
10. Narva karjääri tranšee nr 13 kaevandamisega rikutud maa korrastamise projekt. Eesti Energia Kaevandused AS. Jõhvi 2016.
11. LIFE IP CleanEst projekti tegevus C.8. Põlevkivi kaevandatud ala iseoolsete väljalaskmete veekeemia ja veekoguste uuring ning mõju hinnang pinnaveekogumite seisundile. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn 2021.
12. Narva karjääri mäetöödega rikutud maa korrastamise projekt. Lisa 2. SIRGALA II PÕLEVKIVIKARJÄÄRI MÄEERALDIS. Töö nr 20/3059. OÜ Inseneribüroo Steiger. Tallinn 2020.
13. Põlevkivikarjäärade põllumajanduslik rekultiveerimine. – E.Kaar, K.Kiviste (koost.), E.Leedu. Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis. Eesti Maaülikool, 2010. Tartu, lk. 219-254.