EHITUSMAAVARADE UURINGU- JA KAEVANDAMISALADE KORRASTAMISE KÄSIRAAMAT

Koostajad: Üllar Rammul, Erki Niitlaan, Enno Reinsalu, Liis Keerberg

Tekstid:

Heiki Kalberg	heiki.kalberg@eesti.ee
Maria Karus	maria.karus@gmail.com
Liis Keerberg	liis.keerberg@eoy.ee
Kristjan Moora	kristjan.moora@osce.org
Aadu Niidas	aadu@steiger.ee
Erki Niitlaan	erki@steiger.ee
Eliot Põld	eliot.pold@rescue.ee
Üllar Rammul	yllar@steiger.ee
Margus Reimann	margus.reimann@rmk.ee
Enno Reinsalu	enno.reinsalu@ttu.ee
Hedi Schvede	hedi@steiger.ee
Ole Sein	ole@steiger.ee
Uudo Timm	uudo.timm@envir.ee
Arvi Toomik	info@steiger.ee
Marge Uppin	marge@steiger.ee
Helis Vahtra	helis@steiger.ee

Illustratsioonid: Kaja Paat, Ole Sein, Marge Uppin
Keeletoimetaja: Egle Heinsar
Kujundaja: Kaja Paat

Esikaanel vaade korrastatud Seli kruusakarjäärile Pirgu puhkealal
Esikaane foto: Peeter Koll

Käsiraamat on valminud Keskkonnaministeeriumi tellimusel

Käsiraamatu väljaandmist toetab Keskkonnainvesteeringute Keskus

KESKKONNAINVESTEERINGUTE KESKUS

© 2017 OÜ Inseneribüroo STEIGER

ISBN 978-9949-88-263-2 (pdf)

EESSÕNA

Käsiraamat juhendab ja näitab, kuidas parimal moel korrastada ehitusmaavarade – liiva, kruusa, savi, lubjakivi ja dolokivi – kaevandamisega muudetud maastikke. Samu peamisi põhimõtteid saab järgida ka teiste maavarade – põlevkivi, fosforiidi ja turba – kaevandamisalade maastikuhooldel. Kokku on püütud koguda kasulik ja hea, mis oleks juhendiks kaevandajatele, projekteerijatele ja korrastamise hindajatele, aga ka kaevandamisala kogukonna keskkonnateadlikele esindajatele.

Käsiraamat on mõeldud ametnikele, kes koostavad ning esitavad nõudeid kaevandamisega mõjutatud maa korrastamiseks, teevad otsuse korrastamisprojekti rakendamise kohta ja hindavad tehtud töö kvaliteeti. Teave on kasulik geoloogilise uuringu- ja uurimistöö tegijale, sest ka neil on kohustus uuringuruum korrastada. Käsiraamat on eriti vajalik kaevandajale, kelle kohustuseks on kaevandamisala korrastada ning kes peab korraldama selle projekteerimise. Samuti on käsiraamat mõeldud kohalikele omavalitsustele ja elanikele, kes tahavad kaevandatud ala järelkasutuse planeerimisel aktiivselt kaasa rääkida. Analüüsitakse ka korrastamise kitsaskohti, suunates tegevusi nii, et korrastamine oleks kestlik. Hea tava näiteid tuuakse ja juhised pärinevad nii Eestist kui ka välisriikidest.

Korrastamise kvaliteet mõjutab pikka aega kaevandatud ala kasutust ja keskkonda ning kujundab seeläbi ka mäesektori mainet. Korrastatud kaevandamisala kvaliteedi näitajateks on muu hulgas ala kasutamise mitmekülgsed võimalused, maastiku mitmekesisus, elukeskkonna liigirikkus. Seepärast on suur osa raamatust pühendatud soovitustele, kuidas korrastamise projekteerimisel ja teostamisel saavutada paremaid tulemusi.

Käsiraamat tugineb Eesti ja välisriikide ülikoolide ning inseneribüroode teadus- ja arendustöödele ja kaevandamissektori avaliku halduse heale tavale.

KASUTAMISÕPETUS

- Allajoonitud sõnad on lingitud käsiraamatu mõnele teisele peatükile, mõistele vms. Näiteks proovi avada: Aluspõhja settekivimid.
- Piltide ja tabelite juurde viib hiireklõps. Näiteks vt Pilt 1.4.
- Pildid ja tabelid on nummerdatud peatükkide kaupa.
- Paljudel terminitel, nii uutel kui ka vähem pruugitavatel, on juures võrdväärsed paralleelvormid (= samasõnad) ja/või võõrkeelsed vasted (*kursiivis*). Näiteks kämp (= konglomeraat) või paiseleht (*Tussilago farfara*).
- Käsiraamatu kasutamise hõlbustamiseks on viited digiallikatele ja terminite seletused toodud allmärkustes. Täielik kasutatud kirjanduse loetelu on toodud käsiraamatu lõpus.
- Soovitatav viide käsiraamatule:
  Rammul, Ü., Niitlaan, E., Reinsalu, E. ja Keerberg, L. (koostajad) 2017. Ehitusmaavarade uuringu- ja kaevandamisalade korrastamise käsiraamat. OÜ Inseneribüroo STEIGER.
- Soovitatav viide peatükile:
  Keerberg, L. 2017. Uuringuruumi teenindusalade korrastamise õiguslikud nõuded. – Ü. Rammul, E. Niitlaan, E. Reinsalu ja L. Keerberg (koostajad). Ehitusmaavarade uuringu- ja kaevandamisalade korrastamise käsiraamat. OÜ Inseneribüroo STEIGER.

SISUKORD

Eessõna ... 3
Kasutamisõpetus ... 4
Sisukord ... 5
Sissejuhatus ... 12
1. Eesti geoloogiline ehitus. Ehitusmaavarade omadused, levik ja uurimine ... 13
1.1. Eesti geoloogiline ehitus ... 14
1.1.1. Aluspõhja settekivimid ... 16
1.1.2. Kvaternaariaegsed setted ... 21
1.1.3. Hüdrogeoloogiline ehitus ... 24
1.2. Ehitusmaavarade omadused ... 28
1.2.1. Karbonaatkivimid ... 28
Lubjakivi ... 29
Dolokivi ... 30
1.2.2. Purdsetted ... 30
Liiv ... 31
Kruus ... 32
Savi ... 34
Tehnosetted ... 35
1.2.3. Hüdro(geo)loogilised tingimused ... 36
Põhjavesi. Kivimite hüdrogeoloogilised omadused ja üldmõisted ... 36
Kaevandatud ja korrastatud alade hüdrogeoloogilised tingimused 41
Kaevandatud alade mõju pinnavee ja põhjaveekogumi seisundile .. 45
1.3. Ehitusmaavarade levik ja maardlate iseloom ... 46
1.3.1. Liiva-kruusa levilad ja maardlad ... 46
1.3.2. Savi levilad ja maardlad ... 49
1.3.3. Paekivi levilad ja maardlad ... 50
1.4. Geoloogiliste uuringute eesmärgid ja meetodid ... 55
1.4.1. Maavarade uurimine ... 55
1.4.2. Geoloogiliste uuringute eesmärgid ... 56
1.4.3. Geoloogiliste uuringute meetodid ... 57

Kaevandite rajamine ... 58
Puuraukude puurimine ... 59
Maavarade uuringumeetodid ... 61
2. Mäetööd, kaevandamine ja kaevandamise lõpetamine ... 63
2.1. Mäetöö ja kaevandamine ... 63
2.1.1. Kaevandamise tingimused ... 66
2.1.2. Maavara (ava)kaevandamise viisid ja tehnoloogilised protsessid ... 67
Vaalkaevandamine ... 68
Aukkaevandamine ... 68
Väljakkaevandamine ... 69
Vee seest kaevandamine ... 69
Tehnoloogilised protsessid ... 69
2.1.3. Kaevandamise lõpetamine ... 74
Lõpetamine ... 74
Peatamine ... 75
Hülgamine ... 77
2.1.4. Kaevandamisala looduslik taastumine ja saneerimine ... 78
Looduslik taastumine ... 78
Saneerimine ... 79
3. Korrastamise õiguslik regulatsioon, planeerimine ja projekteerimine ... 81
3.1. Kaevandamisalade korrastamise õigusliku regulatsiooni kujunemine ... 81
3.2. Uuringuruumi teenindusalade korrastamise õiguslikud nõuded ... 83
Korrastamise aeg ja vajalikud tööd ... 83
Tööde vastuvõtmine ... 83
Korrastamise tagamine ... 84
3.3. Karjääride korrastamise kehtivad õiguslikud nõuded ... 85
Korrastamise kavandamine ja kaasamine ... 85
Korrastamisprojekt ... 86
Keskkonnamõju hindamine korrastamisel ... 87
Korrastamise suunad ja viisid ... 88
Korrastamise hindamine ja tööde vastuvõtmine ... 88
Aruandlus ... 89
Korrastamiskohustuse tagamine ... 89
3.4. Korrastamise planeerimine ja projekteerimine ... 93
3.4.1. Korrastamise kontseptuaalsed alused ... 93

Ala suurus ... 93
Ala kättesaadavus, eraldatus ja unikaalsus ... 94
Juurdepääsetavus ja muu tehniline taristu ... 95
Loodustingimused ... 95
Sobitumine või vastandumine, *genius loci* ... 96
Ala kasutamise aeg ... 96
3.4.2. Projekteerimise üldpõhimõtted ... 98
3.4.3. Projektile esitatavad nõuded, tehnilised tingimused ja tavad ... 99
3.5. Kaevandamisega rikutud maa korrastamise tava teistes Euroopa riikides ... 104
4. Uuringualade korrastamine ... 108
4.1. Korrastamise põhimõtted ... 108
4.2. Kaevandite sulgemine ja korrastamine ... 109
4.3. Puuraukude sulgemine ja korrastamine ... 111
4.4. Geoloogilise uuringu puuraukude kohandamine vaatlus- ja seirekaevudeks, nõuded ja õigusaktid ... 115
5. Karjääride korrastamine ... 119
5.1. Karjääride korrastamise põhimõtted ... 119
Korrastamise liigid ja tööd ... 119
Korrastamise tavad, nõuded ja kvaliteet ... 121
Korrastamise ala ... 122
5.1.1. Ettenägematud asjaolud ... 123
5.1.2. Korrastamise ajastamine ... 124
5.2. Uute pinnavormide tekkimine, kujundamine ja kasutamine ... 125
5.3. Ehitusmaavarakarjääride tehniline korrastamine ... 129
5.3.1. Tehnilise korrastamise eesmärgid ja nõuded ... 129
5.3.2. Nõlvade kujundamine ... 131
Nõlvade kuju ja tüübid ... 132
Nõlvanurgad ... 137
Veealused nõlvad ... 139
Kallasrada ... 140
5.3.3. Karjääri põhja kujundamine ... 141
Karjääri kuiva astangu põhi ... 142
Veekogu põhja järeltasandamine ... 142
5.3.4. Karjäärirajatiste korrastamine ... 143

Settetiigid ja kraavid ... 143
Jäätmed ja jäägid ... 144
Puistangud ja laod ... 144
5.3.5. Korrastatud taristu ja tõkked ... 145
5.3.6. Mullakäitlus ... 147
Mullakäitluse üldised nõuded ... 147
Mulla viljakuse säilitamine ja taastamine ... 148
5.4. Ehitusmaavarakarjääride bioloogiline korrastamine ... 152
5.4.1. Bioloogilise korrastamise eeldused ... 152
5.4.2. Taimestik ja liigikaitse ... 155
Looduslikule taimestumisele jätmine kui korrastamisvõte ... 156
Loodusliku taimestumise kulg ... 159
Pioneerliigid ... 161
Taimestiku kujunemist soodustavad tingimused ja meetodid ... 162
Taimestamine ... 164
Hüdrokülv ... 166
Ümberasustamine ... 169
5.4.3. Metsamaaks korrastamine ... 174
Looduslik metsastumine ... 174
Metsastamine ... 176
Puuliikide valik karjääride metsastamisel ... 177
Algtihedus kultiveerimisel ja puistu tihedus ... 180
Metsakülv ja -istutus ... 181
Kultuuri hooldus ... 183
Metsamaaks korrastamise tehnilised soovitused ... 184
5.4.4. Rohumaaks korrastamine ... 187
Rohumaaks korrastamise tehnilised soovitused ... 187
Rohumaa ettevalmistamine ... 189
Poollooduslikud kooslused ... 192
5.4.5. Põllumaaks korrastamine ... 196
Põllumaaks korrastamise tehnilised soovitused ... 196
5.4.6. Korrastatava ala loomastik ja liigikaitse. ... 199
Tingimuste loomine sihtliigile ... 201
5.4.7. Elurikkust toetavad keskkonnakorralduslikud meetmed ... 207
5.5. Jääkvaruga karjääride korrastamine ja konserveerimine ... 208

5.6. Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad 209
6. Liiva- ja kruusakarjääride korrastamine 219
6.1. Liiva ja kruusa kaevandamisalade olud ja tingimused 219
6.2. Liiva- ja kruusakarjääri tehniline korrastamine 220
6.3. Liiva- ja kruusakarjääride järelkasutuse võimalused 223
6.4. Liiva- ja kruusakarjääride bioloogiline korrastamine 228
6.4.1. Liiva- ja kruusakarjääride taimestiku looduslik kujunemine 229
6.4.2. Liiva- ja kruusakarjääride taimestamine 232
6.4.3. Sihtliikide elupaigad liiva- ja kruusakarjäärides 233
Avamaastiku liigid 234
Juttselg-kärnkonn ehk kõre 234
Harivesilik 238
Kivisisalik 241
Väiketüll 243
Kaldapääsuke 246
Nõmmelõoke 249
Püsiveekogude ja puittaimestiku liigid 250
7. Savikarjääride korrastamine 254
7.1. Savikarjääride ja -aukude olud ning tingimused 254
7.2. Savikarjääride tehniline korrastamine 255
7.3. Savikarjääride järelkasutuse võimalused 257
7.4. Savikarjääride bioloogiline korrastamine 262
7.4.1. Savikarjääride taimestiku looduslik kujunemine 262
7.4.2. Savikarjääride taimestamine 263
7.4.3. Sihtliikide elupaigad savikarjäärides 265
8. Paekarjääride korrastamine 269
8.1. Paemaardlate olud ja tingimused 269
8.2. Paekarjääride tehniline korrastamine 270
8.3. Paekarjääride järelkasutuse võimalused 274
8.4. Paekarjääride bioloogiline korrastamine 280
8.4.1. Paekarjääride taimestiku looduslik kujunemine 280
8.4.2. Paekarjääride taimestamine 284
8.4.3. Sihtliikide elupaigad paekarjäärides 287
9. Eriotstarbeline maakasutus 292
9.1. Üldpõhimõtted 292

9.2. Aktiivse kasutusega maa ... 296
9.2.1. Kaevandamisala kujundamine elamumaaks ... 297
9.2.2. Kaevandamisala kujundamine tööstusmaaks ... 301
9.3. Kaevandamisala kujundamine teemaaks ... 303
9.4. Kaevandamisala kujundamine virgestuseks ... 305
Karjääride kasutamine moto- ja jalgrattaspordiks ... 311
Matkarajad ... 311
Sõudekanalid ... 311
Veelauasõit ... 312
Tervise- (jooksu-, suusa-, rulluisu-, seiklus-)rajad ... 313
Mägironimine ... 314
9.5. Karjääride kasutamine sündmuste korraldamiseks ... 314
9.6. Karjääride looduse ja tööstuspärandi tutvustamine, karjääride kasutamine õppetöös ... 315
Õpperajad ... 317
9.7. Karjääride korrastamine riigikaitse otstarbeks ... 322
9.8. Karjääride kujundamine päästeameti kasutusalaks ... 329
Hävituskohtadeks kohandatud karjääride eeliskohad ... 329
Nõuded lõhkekehade hävituskohtadele ... 331
Karjääride hävituskohaks kasutamise õiguslikud küsimused ... 332
10. Korrastamise hindamine ... 333
10.1. Korrastamiskomisjoni töö ... 333
10.2. Hindamist vajavad aspektid ... 335
10.3. Korrastamise hindamine looduses ... 338
Kauguste mõõtmine ... 338
Kõrguste mõõtmine ... 339
Nurkade mõõtmine ... 341
Nutitelefonide rakendused ... 341
Käsi-GPS-seadmed ... 342
10.4. Korrastamise hindamise käigus ilmnenud vead ... 342
11. Korrastamise keskkonnamõju ... 352
11.1. Korrastamise mõju pinna- ja põhjaveele ... 352
11.2. Korrastamise mõju välisõhule ... 356
11.3. Korrastamise mõju maastikule, taimestikule ja loomastikule ... 357
11.4. Korrastamise koosmõju teiste lähedal paiknevate karjääridega ... 358

11.5. Korrastamisaegse keskkonnamõju kokkuvõtteks 360
12. Projekteerimisvead ja -soovitused 361
12.1. Korrastamise projekteerimise kontseptuaalsed vead ja soovitused 361
Objekti piiritlemine 361
Jääkvaru ammendamine 362
Kaeveõõne täitmine 364
Lähteandmed, nende kogumine ja esitamine 365
Objekti eripäradega arvestamine 366
Järelkasutuse määramatusega arvestamine 367
12.2. Korrastamise projekteerimise tehnilised vead ja soovitused 369
12.2.1. Seletuskiri 369
12.2.2. Graafilised lisad 371
Kasutatud kirjandus 375
Piltide loend 388
Tabelite loend 399

SISSEJUHATUS

Kaevandamisega muudetud maa korrastamine sai alguse soovist taastada rikutud loodusressursse – rekultiveerida metsa- ja põllumaa. Nii alustatigi esmalt karjäärimaade metsastamisega, seejärel katsetati põllustamist. Nüüd, kui kõige tähtsamaks ressursiks on muutunud terviklik elu- ja looduskeskkond, muutub kaevandamisalade korrastamistegevus mitmekülgse maastiku loomiseks. Enamgi – uut, korrastatud ja liigirikkamat maastikku võib lugeda mäetööstuse toodanguks.

Muudetud maakatet ja aegunud maapõuerajatisi väärindav tegevus on maavarade kaevandamisel iseenesestmõistetav. Sama loomulik on kaitseväe tegevus, kui õppustel tehtud kaevandid, tuleasemed ja laagripaigad korrastatakse. Oleks mõistlik, et ka ehitusgeoloogide ning arheoloogide uuringukaevandid, samuti vee- ja soojavarustuse ammendatud kaevud ning aegunud trassid korrastataks parimal moel. Kindlasti on ka nendes valdkondades kasulik eeskuju leida käesolevast käsiraamatust.

Korrastamise esmaseks ja peamiseks eesmärgiks on ohutuse tagamine inimestele ja keskkonnale kõige laiemas tähenduses. Kuna kaevandatud maa jääb valdavalt sellisele kujule, nagu korrastamisel sellele antakse, tuleb töö kavandamisel silmas pidada väga pikka perspektiivi, et elluviidud lahendused oleksid kestlikud.

1. EESTI GEOLOOGILINE EHITUS. EHITUSMAAVARADE OMADUSED, LEVIK JA UURIMINE

Helis Vahtra, Marge Uppin, Enno Reinsalu

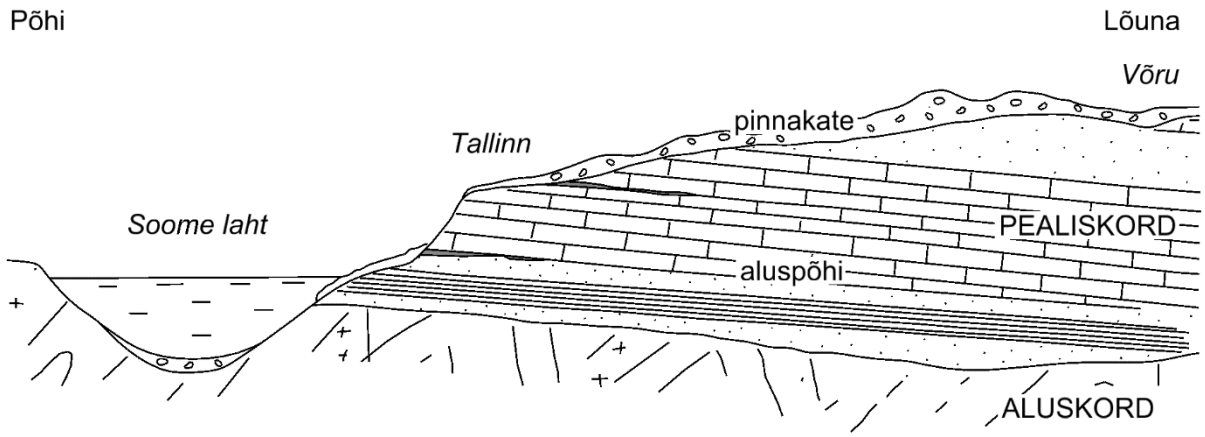
Ehitusmaavarad on kivimid ja setted, mida kasutatakse ehitusmaterjalide tootmiseks, ning nende kasutatus on peamiselt seotud nende füüsikalis-mehaaniliste omaduste ja dekoratiivsusega.

1.1. Eesti geoloogiline ehitus

Helis Vahtra, Marge Uppin

Eesti maapõue käsitletakse kahest üksteise peal lasuvast struktuurikorrast koosnevana. Sügaval kõige all on **aluskord**, mis koosneb tard- ja moondekivimitest. Selle peal lasub settekivimitest ja setetest koosnev **pealiskord**, mille ülemine osa on pärast jääaega moodustunud puisteline pinnakate. Eesti maapõueseaduse mõistes on kõik, mis on pinnakatte all, **aluspõhi** (Pilt 1.1).

Pealiskorras on kõik meie peamised ehitusmaavarad. Aluskorras on ehitusmaavarade allmaakaevandamiseks sobiv Maardu graniidikeha.



Pilt 1.1. Eesti lihtsustatud geoloogiline läbilõige (Pirrus, 2001).

Aluskorra kivimid, peamiselt gneisid ja graniidid, pärinevad Eelkambriumi[1] ajastust ning lasuvad Põhja-Eestis 100...120 m, Lõuna-Eestis kuni 500 m sügavusel ja Edela-Eestis Ruhnu kandis sügavamal kuni 700 m. Aluskorra peal moodustavad pideva kattekihi pealiskorra settekivimid Ediacara, Kambriumi, Ordoviitsiumi, Siluri ja Devoni ajastust ning kõige pealmise, pudedatest setetest koosneva kihi moodustavad Kvaternaari ajastu setted (Tabel 1-1). (Pirrus, 2001)

1 Ladestikud ja ajastud kirjutatakse siinses raamatus erialakirjanduses levinud põhimõttel erandlikult suure algustähega.

Tabel 1-1. Geoloogiline ajaskaala Eestis (Rahvusvaheline Stratigraafia Komisjon, 2016).[2]

		Ladem (eoon)	Ladekond, tähis, (aegkond)	Ladestu (ajastu)	Ladestu vanus, mln a
PEALISKORD	Pinna-kate	Fanerosoikum PH	Kainosoikum CZ (uusaegkond)	Kvaternaar Q	0...2,58
	Aluspõhi			Neogeen N*	
				Paleogeen E*	
			Mesosoikum MZ (keskaegkond)	Kriit K*	
				Juura J*	
				Triias T*	
			Paleosoikum PZ (vanaaegkond)	Perm P*	
				Karbon C*	
				Devon D	359...419
				Silur S	419...444
				Ordoviitsium O	444...485
				Kambrium Ca	485...541
ALUSKORD		Proterosoikum PR	Neoproterosoikum NP	Ediacara NP3	541...~635
				Krüogen NP2*	~635...~720
				Ton NP1*	~720...1000
			Mesoproterosoikum MP	Sten MP3*	1000...1600
				Ectas MP2*	
				Calymm MP1	
			Paleoproterosoikum	Stather PP4	1600...2500
				Orosir PP3	
				Rhyac PP2*	
				Sider PP1*	
		Arhaikum AR	Neoarhaikum		2500...4000
			Mesoarhaikum		
			Paleoarhaikum		
			Eoarhaikum		
		Hadaikum			4000...~4600

* Ladestud, mis Eesti territooriumil puuduvad.

2 Geoloogiline ajaskaala: http://stratigraafia.info/materjalid/geoloogiline_ajaskaala.png

1.1.1. Aluspõhja settekivimid

Helis Vahtra

Selle alapeatüki aluseks on Enn Pirruse raamat „Eesti geoloogia“ (Pirrus, 2001). Eesti aluspõhja kivimid levivad rõhtsuunas muutumata kujul, on selge kihilise ehitusega ja nõrgalt kallutatud lõuna suunas, keskmiselt 2...4 meetrit kilomeetri kohta. See kallakus on põhjus, miks kivimid, mis Põhja-Eestis avanevad maapinnal, on Lõuna-Eestis paarisaja meetri sügavusel.

Aluspõhi koosneb Neoproterosoikumi Ediacara kompleksi settekivimitest ning Paleosoikumi (vanaaegkonna) Kambriumi, Ordoviitsiumi, Siluri ja Devoni ajastu settekivimitest, moodustades Eesti territooriumil 100...500 m paksuse pideva kihtide kogumi (Pilt 1.2).

Ediacara kompleksi setted Eestis maapinnale ei avane, kuid nende paksus ulatub Eesti idapiiril 80...100 meetrini. Ediacara ladestu kivimid on Eestis esindatud kolme kihistuga (alt üles):

- liivakividest ja aleuroliitidest koosnev Gdovi kihistu,
- savilasundiga Kotlini kihistu,
- liivakividest ja aleuroliitidest koosnev Voronka kihistu.

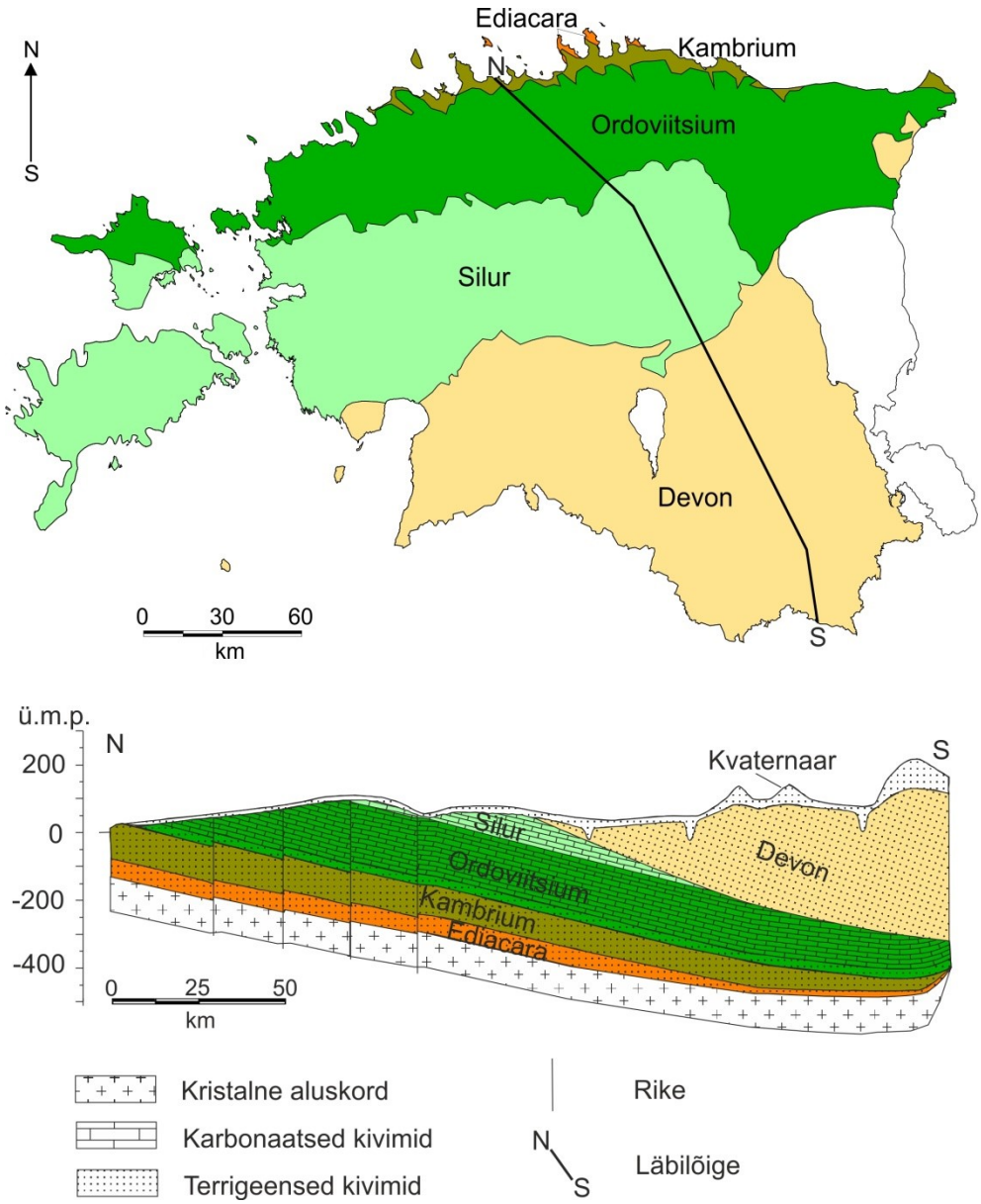
Rohke päevakivilisandiga Gdovi kihistu liivakivid on savikad, mis muudavad need halli- ja punaselaigulisteks. Gdovi kihistu peal lasuv Kotlini kihistu on esindatud peamiselt halli saviga ning Voronka kihistu moodustavad kirjuvärvilised aleuroliidid ja savid ning valged liivakivid päevakivi lisandita. Kotlini kihistu savid kiilduvad idast lääne suunas Võsu-Tapa piirist välja ning Gdovi ja Voronka kihistut ei ole võimalik enam teineteisest eristada.

Ehitusmaavarasid Ediacara kivimitest võtta ei ole.

Ediacara ajastule järgneval paleosoikumi vanima, Kambriumi ladestu moodustab katkematu 150...200 m paksuse kivimite kompleksi, mille settekivimid avanevad Põhja-Eesti kitsal rannaribal. Kambriumi ladestu koosneb neljast ladestikust: Terre-Neuve, Kambriumi 2. ladestik, Kambriumi 3. ladestik ja Furong (Meidla, 2017). Kõige täielikumalt Eestis leviv vanim Terre-Neuve ladestik on esindatud purd- ja savikivimitega. Siia alla kuulub Eestis rakendusliku tähtsusega Lontova lademe väga ühtlase koostisega sinisavi, mis Lääne-Eestis asendub järk-järgult

liivakiviga. Kambriumi 2. ja 3. ladestiku setted levivad vaid Eesti lõunaosas 10...40 m paksuse sorteeritud peenest liivmaterjalist kehana, mille maksimaalne paksus on esindatud Otepää ja Ruhnu saare piirkonnas.

Kambriumi ladestu ehitusmaavarasid esindab põhjaranniku sinisavi.



Pilt 1.2. Aluspõhja kivimite avamusalad Eestis maa-ameti geoloogia kaardirakenduse kaardi põhjal (üleval) ja lihtsustatud Eesti geoloogiline läbilõige keskkonnaregistri hüdrogeoloogiliste puuraukude andmete põhjal (all).

Furongi ladestiku liivast ja aleuriitidest koosnevad setted on säilinud vaid üksikute isoleeritud jääklaikudena Põhja-Eestis Tallinnast ida pool ning Kagu-

Eestis maksimaalse paksusega 10 meetrit. Furongi setted sisaldavad mitmesugust paleontoloogilist materjali (käsijalgsete kojad, konodondid, üheraksete vetikate jäänused).

Paleosoikumi vanuselt teise ajastu – Ordoviitsiumi – settekivimid levivad katkematu kihina peaaegu üle kogu Eesti territooriumi, olles suurima paksusega Kesk-Eestis Põltsamaa kandis (> 180 m). Ordoviitsiumi ladestu settekivimite avamusala jääb Põhja-Eestisse, mille piir kulgeb Hiiumaa keskosast Haapsalu, Tamsalu ja Mustveeni. Kui Ordoviitsiumile eelnenud Ediacara ja Kambriumi ajastute settekivimid on esindatud üksnes liivakivide ja savikivimitega, siis Ordoviitsiumiga algab uus etapp settekivimite moodustamisel. Kuigi Ordoviitsiumi ladestu allosas (Alam-Ordoviitsiumis) esineb veel (glaukoniit)liivakivi ja savi, siis alates Kesk-Ordoviitsiumist hakkas sadestuma soojamereline lubimuda, mis jätkus ka Siluri ajastul, mille tulemusel tekkis võimas ja monoliitne fossiiliderikas karbonaatkivimite lasund. Ordoviitsiumi ladestu Eesti läbilõikes jaguneb 18 lademeks, millest maavarade kandjatena on olulisemad

- Pakeordi lade (fosforiit),
- Kunda, Aseri, Lasnamäe (Pilt 1.3) ja Uhaku lademed (ehituslubjakivi),
- Kukruse lade (kukersiitpõlevkivi),
- Keila, Oandu ja Nabala lademed (ehituslubjakivi).

Ordoviitsiumi ladestu peamine ehitusmaavara on lubjakivi, millest tuntuim on Lasnamäe ehituslubjakivi.

Siluri ajastu oli elustiku ja organismide poolest Ordoviitsiumiga sarnane. Kuna Siluri ladestu on kihtide kallakuse tõttu Põhja- ja Ida-Eestis hilisemate geoloogiliste protsessidega osaliselt ära kulutatud, jääb Siluri settekivimite avamusala Lääne- ja Kesk-Eestisse ning lõppeb Peipsi järve läänepiiril. Siluri ladestu suurim paksus on Saaremaa lõunaosas Sõrve poolsaare tipus, ulatudes üle 400 m. Seal on säilinud ka kulutusprotsessidest hoolimata kõik Siluri teadaolevad lademed.

Pilt 1.3. Lasnamäe ehituspae kihid kivimurdjate antud nimedega.
Kumu paljand: N 59°26’7’’; E 24°47’53’’
Foto: Enno Reinsalu; 08.04.2004

Siluri kivimitele on iseloomulik rohke fossiilisisaldus ning need on esindatud enamasti dolokivi ja lubjakividega, vähemal määral ka mergli ja domeriidiga (dolokivi ja savi vahepealne kivim). Siluri ladestu eraldatakse Eestis 10 lademeks, millest rakenduslikult on olulisemad lademed:

- Juuru (tehnoloogiline dolokivi),
- Raikküla (ehitusdolokivi ja -lubjakivi),
- Jaani, Jaagarahu ja Paadla lademed (ehitusdolokivi).

Siluri ladestu ehitusmaavarasid esindab suur valik mitmesuguseid lubja- ja dolokive.

Eesti noorim, ülemine aluspõhja üksus on Devoni ladestu, mis levib peamiselt Eesti lõunaosas Pärnu-Narva joonelt kagus, vähemal määral Kirde-Eestis Peipsi järvest põhjas (Pilt 1.2). Kirde-Eestis levib Devon Ordoviitsiumi ajastu kivimitel, lõunas Siluri kivimitel ja lõunapiiril isegi Kambriumi kivimitel ja aluskorral. Devoni settekivimite kogupaksus on suurim Kagu-Eestis (ligi 450 m). Devoni ajastu jooksul muutus mereline kliima mandriliseks, mille tulemusel liikus nii taimestik kui ka loomastik maismaale, hakkas kujunema muld ja teised uued settetüübid (kivisüsi, boksiit jne) ning hakkasid arenema selgroogsed organismid (kalad, kahepaiksed). Tektoonilise kurrutuslaine tõttu toimus intensiivne mägede teke (lähimad Skandinaavia mäed Norras), mille tulemusena kuhjus mandrilt kulutatud purdmaterjali – liiva, aleuriiti ja savi. Lubisetet enam ei moodustunud ning liivade kuhjumisel ei olnud tingimusi mereloomastiku eksisteerimiseks, eelkõige kivististena.

Devoni ajastu kivimid on esindatud peamiselt punakate ja pruunide liivakividega, milles esineb savikamaid läätsjaid vahekihte, kuid Kagu-Eestis väga piiratud alal esineb ka Ülem-Devoni karbonaatkivimite avamusala. Devoni ladestu kivimeid kasutatakse ehitusmaavaradena vähe − põhilised on siin raskeltsulav savi, mis esineb läätsjana liivakivide vahel, klaasliiv, mida kaevandatakse Piusa karjääris, ning vähesel määral Kagu-Eesti ehituslubjakivi ja -dolokivi Marinova, Kalkahju, Tiirhanna ja Naha maardlates (Pilt 1.18). Olulisem rakenduslik tähtsus on Devoni ladestul hüdrogeoloogilises mõttes joogiveekandjana.

Devoni ladestu tuntuim ehitusmaavara on klaasiliiv. Kagu-Eestis on arvel mõned Devoni ehitusdolokivi ja -lubjakivi maardlad.

Devoni ajastule järgnevad nooremate ajastute ladestuid (Karbon, Perm, Triias, Juura, Kriit, Paleogeen, Neogeen) Eesti alal ei esine (Tabel 1-1), sest Eesti territoorium oli siis valdavalt maismaa ja kivimeid sel ajal ei settinud, pigem on neid kulutatud ja maailmamerre tagasi kantud.

1.1.2. Kvaternaariaegsed setted

Helis Vahtra

Selle alapeatüki aluseks on E. Pirruse „Eesti geoloogia“ (2001). Kvaternaari ajastu pudedad setted moodustavad pinnakatte, mille on kujundanud viimane jääaeg ja mis on tekkinud murenenud ning samasse kohta jäänud aluspõhja kivimitest või mille on mandrijää kohale kandnud. Kunagiste mandrijää kulutusprotsesside tõttu on pinnakatte paksus Eesti territooriumil väga varieeruv. Jää pealetung tasandas ebatasasusi ja võttis kaasa kõik pudeda, kandes selle lõunapoolsetele aladele. Seetõttu on ka Lõuna-Eesti kõrgustikes ja ürgorgudes pinnakatte paksus suurim, ulatudes 100 kuni 200 m, Põhja-Eestis jääb see aga valdavalt alla 5 m.

Õhukene pinnakate on peamine kriteerium aluspõhja ehitusmaavara karjääri rajamiseks.

Kvaternaari ajastu jaguneb kaheks osaks: Pleistotseeniks (tinglikult jääaeg), mil ajal toimus mandrijää kuhjuv tegevus ja sulamisprotsessid; ning Holotseeniks (pärastjääaeg), mille setted kujunesid jääajast säilinud setete ümbersetitamise ja täiendava töötluse teel või muutunud kliimaoludes uute setete moodustamise teel. Valdavalt esinevad Eestis Pleistotseeni setted, Holotseeni setted esinevad katkendlikult ja õhukese kihina.

Pleistotseeniaegsed setted on jääjärvede setted (peenliiv ja savi) ja liustikujõgede setted (veeriseline kruus, kruusakad liivad). Selleaegsed setted on moodustunud settinud, edasi kantud või kuhjunud sortimata materjalist, mis sulas mandrijääst välja kohapeal, settis kuhjumise tulemusel aluspõhja pealispinnale, samuti sulas materjali liustikujõgede sängides ja jääpaisjärvede nõgudes.

Moreen on kõige levinum ja iseloomulikum sete, enamasti Eesti pinnakatte kõige alumine kiht, lasudes vahetult aluspõhja kivimitel. Moreen on jääkatte sulamisel kohapeal välja setitatud sortimata materjal, millel valdavalt puudub rakenduslik otstarve. Moreen levib peaaegu katkematu kihina üle kogu Eesti territooriumi. Kihi paksus on Eesti alal enamasti mõni meeter, ulatudes harva üle 10 m.

Mandrijää pinnal, lõhedes ja jääserva ees tekkisid sulamise ajal järvekesed, kuhu kihistus vaid peeneteralist liiva ja saviosakesi. Üks iseloomulikumaid jääjärvelisi setteid on viirsavi, mis settis suurtes paisjärvedes ja mis on oma nime saanud settinud heleda suvekihi ja tumeda talvekihi rütmilisest vaheldumisest. Heade ehitusliiva omadustega pinnavormi moodustab peamiselt liivast koosnevad mõhnasetted, mis kujunesid väiksemates ja liikuvama veega basseinides, kus jää lõplikul sulamisel jäi järve kohale kuplilaadne kõrgendik – mõhn (Pilt 1.4).

Pilt 1.4. Mõhna kaevandamine.
Vahelaane V kruusakarjäär: N 59°13’06,8’’; E 25°24’34,5’’
Foto: Peeter Koll; 07.10.2016

Kruusa teke on seotud peamiselt liustikujõeliste oosidega. Liustikujõed kujunesid mandrijää lõhedes, kus veevool oli intensiivsem ja lõhedesse kihistus materjal erineva koostisega läätsedena, moodustades pikki vallseljakuid. Kui mandrijää lõhedest voolav vesi ühines suuremates deltades jääserva ees, kujunesid suured liivaalad – sandurid, mis moodustavad hinnatud ehitusliiva maardlaid (Kuusalu, Soodla, Männiku, Aardlapalu jt).

Holotseeniaegsed setted on kujunenud viimase 12 000 aasta vältel. Seetõttu jääb nende paksus paari meetri juurde ning nende levik on katkendlikum. Vaid rannikuäärsete tuulesetete ja turbalasundite paksus võib ulatuda kümne ja enama meetrini.

Meresetted on tekkinud Läänemere arengu käigus pärast viimast jääaega. Mandrijää taganemisel sulamisprotsesside mõjul moodustusid jääserva ees pidevalt erineva suurusega paisveekogud. Olulist rolli mängis ka jääkattest vabaneva maakoore seaduspärane tõus. Olulisemad Läänemere arengu faasid on Balti jääpaisjärv, Joldiameri, Antsülusjärv, Litoriinameri ja praegu kestev Limneameri, mis on jätnud pinnakattesse vaid väga lünklikke setteid. Peamiselt on tegemist tuule ja lainetusega korduvalt ümbersetitatud rannamoodustistega rannikualadel ja saartel ning on kasutatavad maavaradena – liiv, kruus ja klibu.

Kuna Eestis on tuultele avatud rannajoon küllaltki ulatuslik, on meresetetega tihedalt seotud tuulesetted. Tuul kannab lainete moodustatud rannavallide materjali edasi, moodustades luitevorme ja luitevälju. Suuremad luitealad kujunesid Läänemere eristaadiumite pealetungide lõppfaasis, kui rannajoon oli pikalt muutumatu. Luiteliivad on koostiselt valdavalt peene- kuni keskmiseteralised, enamasti madalad (5...15 m) ning nende pindalaline levik on piiratud. Kohati ulatub tuuleliivade paksus 20...30 m.

Järvesetetest on Eestis esindatud järvelubi (= järvekriit) ja järvemuda (= sapropeel). Järvelubi tekkis pärast jääaega tolleaegsetesse järvedesse sadestunud mitmesugustest taimkatte vormidest, kus puudus mineraalainete sissekanne. Vetikate arenemisega veekogudes tekkis hõljuv järvemuda, mis langes veekogu põhja ning kattus hiljem soosetetega. Järvesetete paksus jääb Eestis 1...2 m piiresse.

Toitainerikaste järvede kinnikasvamise tagajärjel valdavalt maismaataimede jäänustest on tekkinud soosetted (turvas), mis jagunevad madalsoodeks (põhjaveelise toitumisega) ja rabadeks (atmosfääri ja sademete toitumisega). Madalsooturba paksus jääb 1...2 m piiresse ja selle peale jääva rabaturba paksus on tavaliselt 4...5 m.

1.1.3. Hüdrogeoloogiline ehitus

Marge Uppin

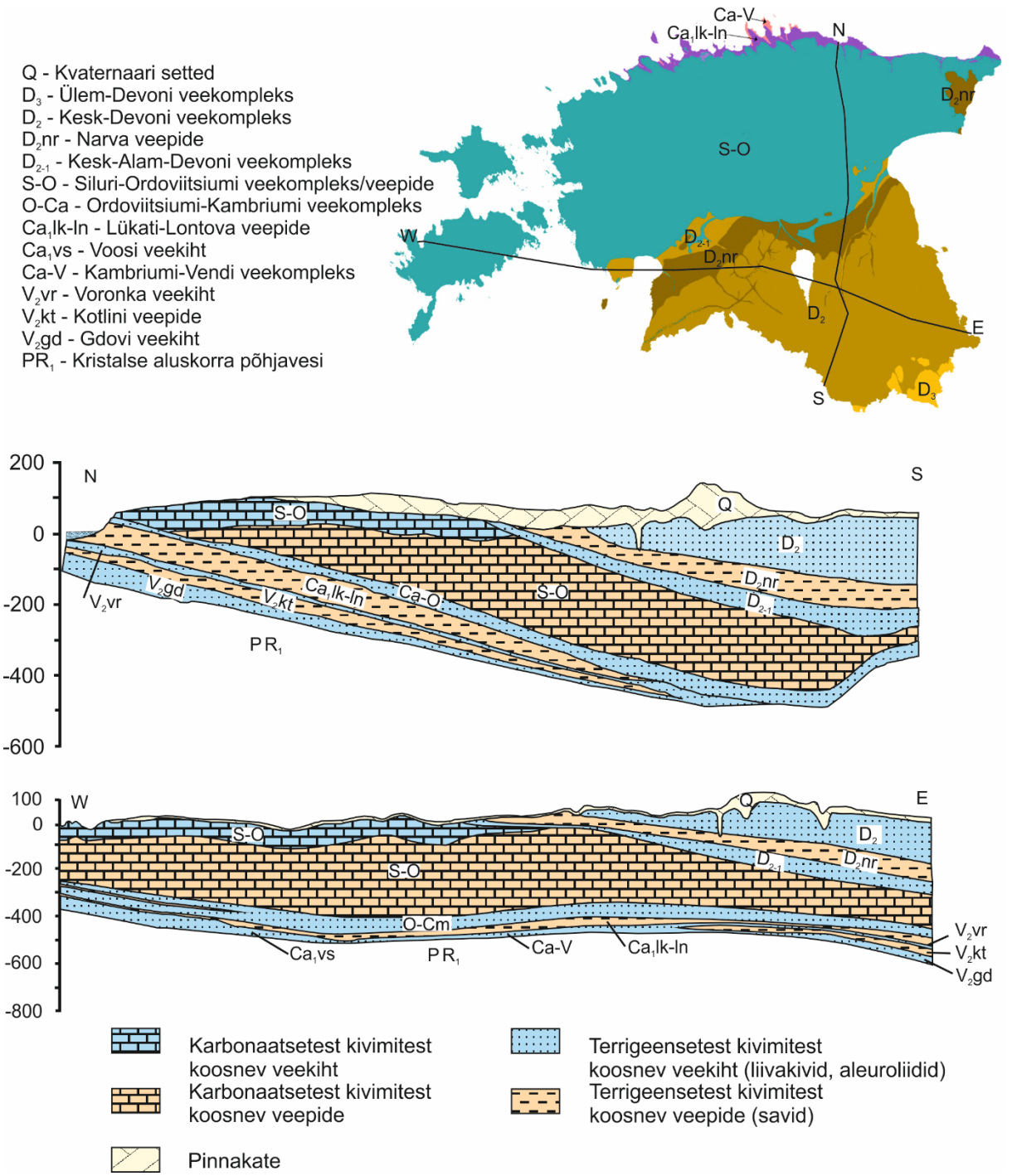
Lähtuvalt geoloogilisest ehitusest saab ka hüdrogeoloogilises läbilõikes eristada mitmesuguseid veekihte ja -pidemeid.

Konkreetse ala hüdrogeoloogilise ehituse ja sealsete tingimuste teadmine on oluline nii geoloogilises uuringu kui ka kaevandamise (sh korrastamise) seisukohast.

Näiteks kui kaevandatav maavaravaru paikneb põhjavee tasemest allpool ning selle kaevandamiseks tuleb karjääri kogunevat vett välja pumbata, kujuneb karjääri ümbritseval alal alanduslehter, mis tähendab, et põhjavee tase karjääri ümbritseval alal alaneb. Alanduslehtri kujunemine on kõige ilmekamalt jälgitav karbonaatkivimite avamusalal paiknevamadalsoote lubjakivikarjääride ümbruses, kus oluliseks joogivee allikaks on Siluri-Ordoviitsiumi veekompleks.

Eesti territooriumil esinevad maapinnast alates Kvaternaari (Q), Ülem-Devoni (D_3), Kesk-Devoni (D_2), Kesk-Alam-Devoni (D_{2-1}), Siluri-Ordoviitsiumi (S-O), Ordoviitsiumi-Kambriumi (O-Ca), Kambriumi-Vendi (Ca-V) veekompleksid ning kristalse aluskorra (PR_1) põhjavesi. Üldistatud hüdrogeoloogilisi läbilõikeid ning aluspõhjaliste veekomplekside avamusalasid vt Pilt 1.5.

Kvaternaari veekihid levivad erineva geneesi, leviku ja koostisega soo-, tuule-, jõe-, mere-, järve-, jääjärve-, liustikujõe- ja liustikusetetes. Veekihte ekspluateeritakse peamiselt üksikmajapidamistes salvkaevudega ning tähtsad veevarustusallikad on eelkõige liivast ja kruusast koosnevad mere-, jääjärve- ja liustikujõesetted, aga ka liivakamad-kruusakamad kihid ja läätsed peamiselt moreenist koosnevates liustikusetetes. Jääjärvelised viirsavid on vettpidavad. Mattunud orgude aladel, kus esineb paks pinnakate, ammutatakse liustikujõesetete põhjavett ka ühisveevärgi puurkaevudega. Liustikujõesetetest vett võtvad ühisveehaarded on näiteks rajatud Jõhvi lähedal Vasavere, Tartus Raadi-Maarjamõisa ja Tallinnas Männiku-Pelgulinna ürgorule. (Perens & Vallner, 1997)



Pilt 1.5. Aluspõhja veekomplekside levik ja hüdrogeoloogilised läbilõiked (Perens & Vallner, 1997 põhjal).

Devoni ladestus eristatakse mitut veekompleksi. Ülem-Devoni veekompleks levib piiratud alal Kagu-Eestis. Veevarustuses kasutatakse Ülem-Devoni veekompleksi põhjavett väga vähe, vaid Võrumaal Meremäe ja Misso vallas. Veekompleksi moodustavad Ülem-Devoni ladestiku Dubniki ja Plavinase lademete karstunud ning lõhelised lubjakivid ja dolokivid. Veekompleks on kaetud Kvaternaari setete

kihiga. Veekompleksi vesi on valdavalt surveline ning veetase jääb maapinnast 3...8 m sügavusele. (Perens & Vallner, 1997)

Kesk-Devoni veekompleks koosneb Kesk-Devoni ladestiku Amata, Gauja, Burtnieki ja Aruküla lademete peeneteralistest liivakividest ja aleuroliitidest, milles esineb savi vahekihte ja läätsi. Kesk-Devoni veekompleksi põhjavesi on surveline ning põhjavee tase on kuni 15 m sügavusel maapinnast kõrgustike piirkonnas. Orgudes võib esineda ka arteesiakaeve, kus põhjavee survetase on maapinnast kõrgemal. (Perens & Vallner, 1997)

Kesk-Devoni veekompleksi lamamiks on Narva lademe savikad aleuroliidid, domeriidid, merglid ja savid kogupaksusega kuni 100 m. Nimetatud kivimid moodustavad Narva regionaalse veepideme Kesk-Devoni ja Kesk-Alam-Devoni veekomplekside vahel. Narva lademe ülemise osa kivimid on lokaalselt vettandvad. (Perens & Vallner, 1997)

Kesk-Alam-Devoni veekompleks koosneb Kesk-Devoni ladestiku Pärnu lademe ja Alam-Devoni ladestiku Rezekne ja Tilže lademete peeneteralistest nõrgalt tsementeerunud liivakividest ja aleuroliitidest, mis sisaldavad savikaid ja dolomiidistunud liivakivi vahekihte. Veekompleksi kogupaksus on kuni 100 m. Kesk-Devoni veekompleksi põhjavesi on surveline ning survetase on kõrgustike piirkonnas kuni 20 m sügavusel maapinnast. Madalamatel aladel võib põhjavee survetase jääda maapinnast kõrgemale. (Perens & Vallner, 1997)

Siluri-Ordoviitsiumi veekompleks on tähtis joogiveeallikas Pärnu-Põlva joonest põhja pool ja Lääne-Eesti saartel. See koosneb peamiselt lubja- ja dolokividest, milles esinevad vett vähejuhtivad savikad vahekihid. Siluri ja Ordoviitsiumi ladestute karbonaatkivimite avamusalal sõltub kivimite veeandvus peamiselt nende lõhelisusest, mis läbilõikes on väga ebaühtlane. Kivimikompleksi ülemine 30 m paksune osa on tugevasti karstunud ja lõhestunud. Lõhelisus kahaneb sügavuse suurenemisel ning sellega väheneb ka veekompleksi moodustavate kivimite veeandvus. Veekompleksi vesi on kergelt surveline, välja arvatud õhukese pinnakattega aladel. Kõrgustike jalamil ja jõeorgudes võib survetase ulatuta 0,5...2 m üle maapinna, Põhja-Eesti kõrgustikel on põhjavee tase kuni 20 m sügavusel maapinnast. (Perens & Vallner, 1997)

Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksi lamamiks on Põhja-Eestis Alam-Ordoviitsiumi ladestiku Toila kihistu alumise osa ning Leetse, Varangu ja Türisalu kihistute glaukoniitlubjakivid ja -liivakivid, aleuroliidid, merglid, savid ja graptoliitargilliit.

Nimetatud kihistud moodustavad Siluri-Ordoviitsiumi veepideme Põhja-Eesti klindist kuni 30 km kauguseni. Sealt lõuna poole kuuluvad veepideme koosseisu kõik aluspõhja pealispinnast sügavamal kui 100 m lasuvad Siluri ja Ordoviitsiumi ladestute karbonaatkivimid. Siluri-Ordoviitsiumi veepide eraldab Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksi sügavamal lasuvast Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleksist. (Perens & Vallner, 1997)

Kambriumi ladestu liivakivid koos Alam-Ordoviitsiumi ladestiku liivakividega moodustavad Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleksi, mis levib kogu Eestis, välja arvatud klindieelne madalik Põhja-Eestis ja Mõniste-Lokno aluskorra kerkeala Lõuna-Eestis. Veekompleksi paksus on 20...60 m, kasvades lõuna poole. Eesti mandriosas koosneb veekompleks Alam-Ordoviitsiumi ladestiku Kallavere kihistu ja Alam-Kambriumi ladestiku Tiskre kihistu peeneteralisest liivakivist ja aleuroliidist. Lääne-Eesti saartel kuuluvad Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleksi Ruhnu ja Soela-Tiskre veekihid, mida eraldab Irbe veepide. Neid moodustavad Alam-Kambriumi samanimeliste kihistute liivakivid ja aleuroliidid. Põhjavesi on surveline, survetase jääb kuni 50 m sügavusele maapinnast, orgudes võib survetase olla maapinnast kõrgemal. (Perens & Vallner, 1997)

Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleksi lamamiks on Alam-Kambriumi ladestiku Lontova ja Lükati kihistute savid (sinisavid), mis moodustavad Lükati-Lontova veepideme. Nimetatud kihtide avamusala levib kitsa vööndina Põhja-Eesti klindi eelsel alal, kus on välja eraldatud mitu savimaardlat (nt Aseri, Kunda). Mõisaküla-Vastseliina joonest lõuna pool Lontova savid kiilduvad välja ning veekompleks moodustab ühtse veekihi tema all oleva Kambriumi-Vendi veekompleksiga. Lääne-Eesti saartel asenduvad Lontova kihistu savid järk-järgult Voosi kihistu savide ja liivakiviga. (Perens & Vallner, 1997; Pirrus, 1997)

Ediacara ladestu setted moodustavad Kambriumi-Vendi veekompleksi, mis levib kogu Eestis, välja arvatud Lokno-Mõniste kerkealal. Rakvere-Põltsamaa-Otepää joonest ida pool jaotavad Kotlini kihistu savid veekompleksi kaheks omaette veekihiks – Voronka ja Gdovi veekihiks, mis lasub vahetult kristalse aluskorra kivimitel. (Perens & Vallner, 1997)

Kristalse aluskorra kivimites esineb põhjavesi vaid kristalse aluskorra ülemises osas. Eesti ainuke kristalliinse ehituskivi – graniidi – maardla asub Maardu lähedal, kus graniidi lasumissügavus maapinnast on minimaalselt 120 m. (Suuroja & Klein, 1997)

Veemajanduskavade elluviimiseks, põhjavee seisundi hindamiseks ning põhjavee kasutamise ja kaitse korraldamiseks on põhjaveekihid koondatud põhjaveekogumiteks. Selline hüdrostratigraafiliste üksuste (põhjaveekiht, veekompleks) jaotamine ja käsitlemine põhjaveekogumitena hõlbustab põhjavee kasutamise ja kaitse meetmete kavandamist. Raamatu koostamise ajal kehtivate õigusaktide kohaselt (Keskkonnaministri määrus, 2010b) on Eesti territooriumi piires moodustatud 39 põhjaveekogumit. Nendest 3 põhjaveekogumit on eristatud Kambriumi-Vendi veekompleksis, 2 põhjaveekogumit Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleksis, 13 põhjaveekogumit Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksis, 4 põhjaveekogumit Kesk-Alam-Devoni veekompleksis, 3 põhjaveekogumit Kesk-Devoni veekompleksis, 1 põhjaveekogum Ülem-Devoni veekompleksis ning 13 põhjaveekogumit Kvaternaari veekihtides.

1.2. Ehitusmaavarade omadused

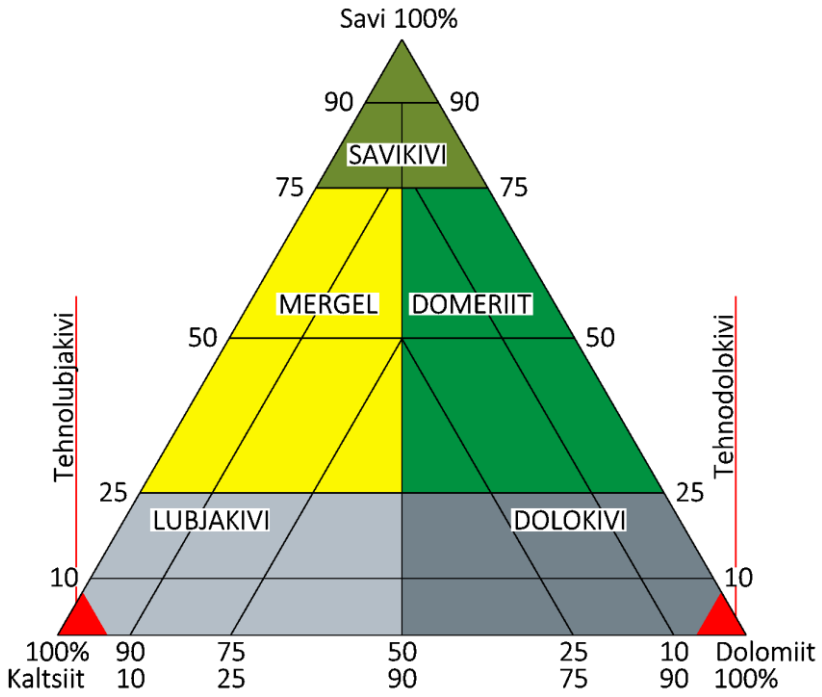
1.2.1. Karbonaatkivimid

Enno Reinsalu, Helis Vahtra

Karbonaatkivimite üldnimetus eesti keeles on paekivi, millest alaliigid on lubjakivi ja dolokivi.[3] Paekiviks nimetatakse ka domeriiti ning merglit (Pilt 1.6). Karbonaatkivimite peamised osised on kaks mineraali (karbonaati) – kaltsiit ($CaCO_3$) ja dolomiit ($CaMg(CO_3)_2$). Kivimite kolmas osis on kvartsist ja savimineraalidest koosnev lahustumatu jääk, tavakeeles savimineraalid.

Selleks, et lubja- ja dolokivi saaks seni kehtinud (kuni 2016) nõuete alusel maavarana arvele võtta, peab kivim vastama järgmistele põhinõuetele: lubjakivil peab karbonaatne osa sisaldama kaltsiiti > 50%, MgO sisaldus kuni 14% ja lahustumatu jäägi sisaldus kuni 25%. Dolokivi peab sisaldama dolomiiti > 50%, MgO sisaldus 14% ja enam ning lahustumatu jäägi sisaldus kuni 25% (Keskkonnaministri määrus, 2005).

3 *Paas* on Põhja- ja Lääne-Eesti aluspõhja pealiskiht, millest murtav kivi on paekivi.



Pilt 1.6. Karbonaatkivimite kolmikdiagramm (Reinsalu, 2016a).[4]

Diagrammi alumistes punastes nurkades on puhtad pae erimid: tehnoloogiline lubjakivi (tehnolubjakivi) ja tehnoloogiline dolokivi (tehnodolokivi), milles kõrvalmineraale on < 5%.[5] Diagrammi ülanurgas on savikivi, mille esindaja on Eestis graptoliitargilliit.[6] Savikivi ei ole karbonaatkivim.

Lubja- ja dolokivi kuuluvad tugevate kivimite hulka, nende survetugevus on 40…140 MPa. Eesti karbonaatkivimid on väheabrasiivsed ega kuluta seetõttu intensiivselt töövahendeid (lõiketeri, rehve, veovehendeid jms).

Lubjakivi

Lubjakivi on tihe, tavaliselt hele settekivim, mille peamine koostisosa on kaltsiit.

Lubjakivi mineraalosa tihedus on 2600…2700 kg/m^3, mahumass sõltub niiskusest ja poorsusest, mis võivad mõningatel erimitel ulatuda mitmekümne protsendini. Vähepoorse lubjakivi mahumass on 2,3…2,5 t/m^3.

4 Raamat „Eesti mäendus“, https://digi.lib.ttu.ee/i/?4066
5 Keelenõustajate soovitusel kasutatakse nüüdisajal lühemaid vorme: *tehno- versus tehnoloogiline*.
6 Tavakeeles ka *diktüoneemaargilliit* või *-kilt*.

Dolokivi

Dolokivi on tihe, enamasti hele settekivim, mille nimimineraal on dolomiit. Peamised lisandid on kaltsiit ja lahustumatu jääk. Enamasti on dolokivi lubjakivist tugevam, ühtlasema ehitusega ja monoliitsem – temas puuduvad lubjakivile iseloomulikud savikad vahekihid ja savikiled. Tehnodolokivi – paljudes tehnilistes protsessides lähte- ja toormaterjalina kasutatava dolokivi kasulik element on magneesium.

Dekoratiivse siseehitusega ja hõlpsasti töödeldavat monoliitset dolokivi kasutatakse viimistluskivina. Piiravaks teguriks loetakse kivimi kihilisust, mille tõttu on raskendatud kivimiplokkidest dekoratiivplaatide väljalõikamine. (Pirrus, 2007)

Dolokivi mineraalosa tihedus on 2700…2800 kg/m^3, mahumass sõltub niiskusest ja poorsusest, mis võivad küündida mitmekümne protsendini. Vähepoorsete, heade mehaaniliste omadustega erimite mahumass võib olla 2,5…2,6 t/m^3.

Lubja- ja dolokivi kaevise puistetihedus sõltub lõimisest: nii keskmisest tükisuurusest kui ka tükkide jaotumisest, jäädes vahemikku 1,4...1,7 t/m^3.

Ehitusmaavarade omadustega tuleb arvestada korrastamise projekteerimise ja teostamise igal sammul.

1.2.2. Purdsetted

Enno Reinsalu, Helis Vahtra

Purdsetted (= purdmaterjal) on kaljuste kivimite lagunemisel tekkinud, loodusjõudude teisaldatud ning seejärel ladestunud mineraalne materjal. Pinnakatte (vt peatükki Eesti geoloogiline ehitus) purdsetteid nimetatakse ka pinnaseks. Setetel on mitmekesine mineraalkoostis ning nende osakesed on

erineva suuruse ja kujuga.[7] Purdsette, nagu ka kaevise, killustiku ja granuleeritud materjali puhul on olulised nii osiste mõõtmed kui ka nende jaotumine, lõimis.[8] Nendest sõltuvad puistangute, nõlvade ja tasandatud pindade püsivus, vee- ning tuuleerosioonikindlus, filtratsiooniomadused jms.

Purdsetted võivad olla kohati tsementeerunud, sisaldada kämpe (= konglomeraate).

Ehitus- ja maavarageoloogia seisukohalt on levinuimad purdsetted kruus, liiv, moreen ja savi. Need on kõige kättesaadavamad ehitusmaavarad, mis esinevad peaaegu kõikjal.

Liiv

Enamasti nimetatakse liivaks purdsetet osakeste suurusega 0,1–1...2 mm. Eestimaise liiva lähtemineraalideks on kvarts ja päevakivid, harva kaltsiit ja dolomiit. Liivast peenem materjal (< 0,05...0,1 mm) on tavakeeles tolm, mineraloogiliselt savi (= sau).

Liiva osakeste ehk -terade tihedus (van erikaal) sõltuvalt lähtekivimist on 2500...2800 kg/m^3.

Väljatud (= ekskaveeritud) liiva puistetihedus on 1,5...1,6 t/m^3, sõltudes sellest, kui kaua kaevis on uuesti seisnud, tihenenud.

Liiva mahumass (= ruumiühiku mass, van mahukaal), sõltuvalt lõimisest, niiskusest ja mineraalset koostisest, on 1,4...1,8 t/m^3.

Liiva on kohale kandnud nii vesi kui ka tuul. Vee toodu on uhtliiv ja tuulest kantu on tuiskliiv. Uhtliiv on kuhjunud ja settinud mandrijää sulamise ja liustikujõgede

7 Eri autorid, teatmeteosed ja normatiivdokumendid kasutavad erinevaid purdsetete klassifikatsioone ja mõisteid. Siin ja edaspidi on aluseks detsimaalskaalal põhinev klassifitseerimine osakeste terasuuruse järgi. Tabel 2.3. Purdsetete jaotus terasuuruse järgi (Reinsalu, 2016a). Vt: http://digi.lib.ttu.ee/i/?4066

8 Lõimis, terastikulise koostise, osiste jaotumise sünonüüm, on purdmaterjali kvalitatiivne tunnus, mõiste, mida kasutatakse geoloogias ja mullateaduses. Lõimis esitatakse sõeltabelite ja/või -kõverate abil (Reinsalu, 2013). Vt: http://digi.lib.ttu.ee/i/?163

sulaveevoolude tagajärjel (vt peatükki Liiva-kruusa levilad ja maardlad). Tuiskliiv on peenem, kuhjunud luidetes. Mõlema liiva osised on ümarad ja siledad, nende kuhilad on suhteliselt väikese kaldenurgaga (vt ka Tabel 5-3).

Peeneteralisest mineraalmaterjalist üldiselt rääkides võiks korrastamistööde kavandaja, projekteerija ja kontrollija juhinduda järgmisest tabelist.

Tabel 1-2. Liiva fraktsioonid, numbrid protsentides.

Purdsete on ⇒	Liiv	Savikas liiv	Saviliiv	Liivsavi	Liivakas savi	Savi
… kui liiva sisaldus on	> 90	75…90	50…75	25…50	10…25	< 10
… kui saue sisaldus on	< 10	10…25	25…50	50…75	75…90	> 90

Liiva fraktsioonide eristamine käe abil ja silma järgi on geoloogi oluline oskus.

Kruus

Liivast silmanähtavalt jämedam ja mitmest eri osisest koosnev ning mitmekesise mineraalse koostisega purdsete on kruus. Kruusa lähtematerjaliks võivad olla nii mandrijääga Soome aladelt toodud tard- ja moondekivimid kui ka lahe lõunakalda paas ja liivakivi. Peaaegu täielikult koosnevad kohalikust pae- ja liivakivist murrutatud materjalist Litoriinamere rannavallid. (Pirrus, 2001) Sortimata ja suure savisisaldusega kruusataolist materjali nimetatakse moreeniks.

Kruusa hulka loetakse ka ülijäme materjal: veerised, munakad ja rahnud, sh rändrahnud, mida eristatakse samuti terasuuruse alusel. Eri aegadel ja erineva kirjanduse põhjal nende jaotus varieerub. Maavarauuringute seisukohast võib neid eristada järgmiselt: veeris on 70...100 mm, munakas 100...1000 mm ja rahn > 1000 mm (Pilt 1.7).

Pilt 1.7. Veeriste- ja munakaterohke kruus.
Kurissaare-3 kruusakarjäär: N 59°11’12,0’’; E 25°26’0,2’’
Foto: Peeter Koll; 07.10.2016

Kruusaterade tihedus on sõltuvalt lähtekivimite mineraalkooslusest 2500…2800 kg/m^3. Kruusa mahumass on sõltuvalt lõimisest, niiskusest ja osakeste tihedusest 2,2…2,6 t/m^3. Väljatud kruusa puistetihedus on 1,5...1,8 t/m^3, sõltuvalt lõimisest, niiskusest ja ajast, mis kaevis on seisnud.

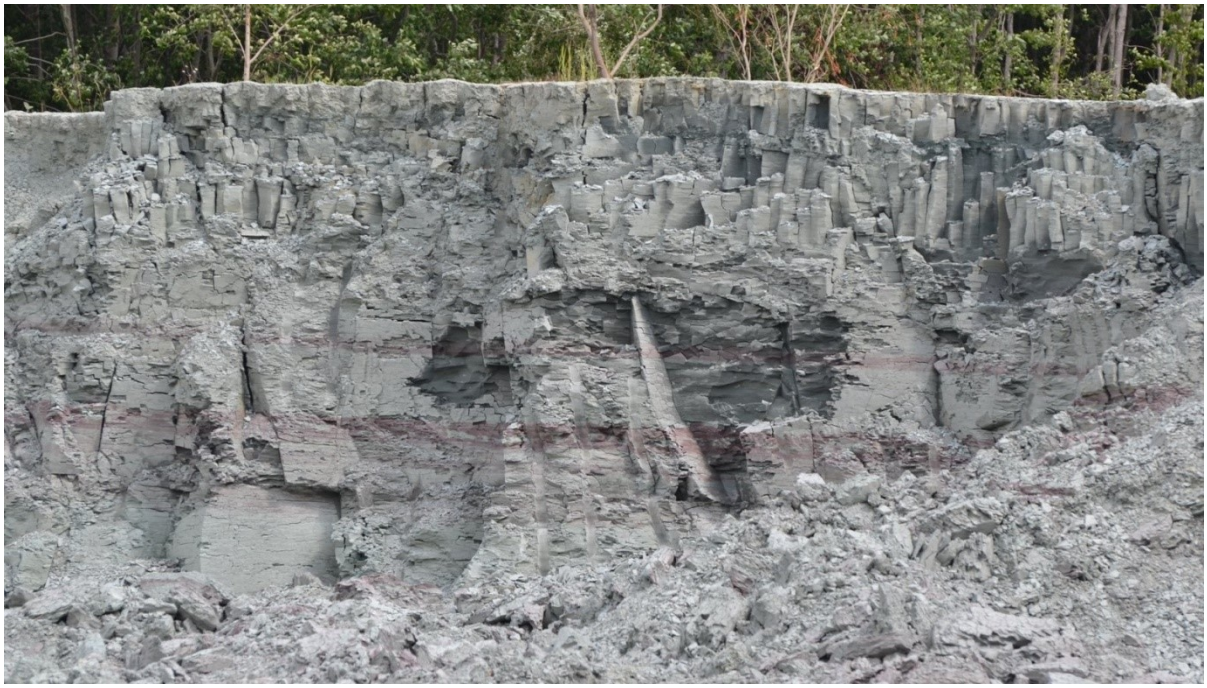
Eesti maavarade klassifikatsioonis eristatakse liiva ja kruusa peamiselt > 5 mm läbimõõduga osakeste sisalduse alusel: liivaks loetakse purdsetet, milles osakesi läbimõõduga > 5 mm on < 35% ning kruusaks, milles neid osakesi on > 35%.

Oluline on ka savi- ja tolmuosakeste sisaldus (Keskkonnaministri määrus, 2005).[9]

9 Siin ja edaspidi: keskkonnaministeeriumi kehtestatud ametlikud nõuded maavaradele on üldistavad varu arvelevõtmise kriteeriumid. Konkreetsema teabe maavaradele esitatavatest nõuetest leiab projekteerija raamatust „Eesti mäendus II: õpik geotehnoloogia magistrantidele ja doktorantidele“, peatükist 2.3.1. „Üldised nõuded maavarale“ (Reinsalu, 2013). https://digi.lib.ttu.ee/i/?163

Savi

Savi on ülipeen sete, mis koosneb valdavalt osakestest < 0,001...0,002 mm. Savi iseloomulikuks omaduseks on osiste liblelisus ja „mikroskoopiline“ suurus ning mitmekesine eriomane mineraalkooslus. Kui eelmainitud purdsetted koosnevad mitme lähtekivimi ja -mineraali osakestest, siis savi moodustavad savimineraalid. Savi, kuigi tekkeliselt purd, on settides tihenenud ja sedavõrd muundunud, et teda võib pidada suhteliselt pehmeks, tihkeks kivimiks (Pilt 1.8).[10]



Pilt 1.8. Kambriumi sinisavi.
Kunda tsemendisavi karjäär: N 59°30’51,3’’; E 26°31’51,9’’
Foto: Enno Reinsalu; 22.03.2007

Savi kvaliteedi hindamise olulisem näitaja on sulamistemperatuur, millest sõltub savi kasutusotstarve pärast põletamist. Sulamisomadustest tulenevalt saab jaotada savi kergeltsulavaks, raskeltsulavaks ja tulekindlaks. Savi üks põhinäitajatest on ka plastsus. Plastsusarv, mis on pinnase geotehniliste omaduste mõõdik ja mida on peetud ka savi kui maavara määravaks tunnuseks, ei korreleeru savi kui maavara põletusomadustega. Keramsiidi (= kergkruusa)

10 *Tihke – dense*, *вязкая*, *dichtes*, pehme, konsistentne suhteliselt monoliitne kivim, eriti niiskena. Kivimite verbaalklassifikatsiooni vt raamatust „Eesti mäendus III: Diplomeeritud mäeinseneri õpik“ (Reinsalu, 2016b). Vt: https://digi.lib.ttu.ee/i/?4611

toormeks sobiva savi oluline tehniline kvaliteeditunnus on punsumistegur, mis iseloomustab põletamisel saadud kergkruusa ja lähtematerjali mahumassi suhet.

Savi on poorne. Kambriumi savi suletud poorid moodustavad 20…43% mahust, Devoni savi poorsus on 28…30%. Savi looduslik niiskus on 7…28%, mis tähendab, et kõik poorid ei ole veega täitunud. Savi tihedus sõltub koostisest ja on vahemikus 2200…2300 kg/m^3.

Savikarjääride korrastamisel ja savi kasutamisel tuleb silmas pidada, et pooride täitumisel savi pundub ja pehmeneb ning võib muutuda voolavaks massiks. Liblelise struktuuri tõttu on märg savi libe ning nõlvad muutuvad ohtlikult ebapüsivaks.

Savi madala veejuhtivuse tõttu kasutatakse seda loodusliku veetõkke või barjäärina. Reostuse tõkestajana kasutatakse savikihte prügilate ehitamisel, et kaitsta põhjavett.

Tehnosetted

Ehitusplatside ja kaevandatud alade korrastamisel tuleb ette, et pinnas ja puistangud koosnevad inimtekkelisest, tehnogeensest mineraalsest purdmaterjalist, mis võib olla looduslikku päritolu, nagu kaevandamisjäätmed ja ehitussüvenditest väljatud kivimid ning setted, kuid ka tehislik, nagu hoonete osad ja lammutusjäätmed. Mineraalsete jääkide seas võib esineda orgaanilist materjali, nagu olme- ja põllumajandusjäätmed, kuid ka metalset materjali (armatuuri, metalldetaile, plekitükke jms), samuti lõhkekehi, mürsukilde või muud probleemset.

Omaette setted on mineraaltoorme töötlemise jäätmed tuhk ja poolkoks, turbas puit, kännud jne. Eestile on omased kõikjal üle maa leiduvad kunagiste katlamajade põlevkivituha „mäed“. Kui jäätme- või jäägipanilaid tekitanud käitis on kadunud ja moodustised on loodustunud, on materjal käsitletav kui tehnosete, mis kuulub maa (kinnistu) omaniku haldusesse.

Tüüpiline tehnosete on Maardu fosforiiditööstuse rikastamisjäätmete (= flotoliiva) puistang, mille korrastamine jäi ettevõtte sulgemisel lõpetamata. Nüüdseks on suurem osa jäätmepuistangust täiteliivaks ära kasutatud.

Teadaolevalt ei takistanud seda flotoreagentide jäägid liivas. Liivavõtmiskoht on korrastamata (Pilt 1.9).

Pilt 1.9. Tehnosetted – fosforiidi rikastusjäägi puistangu jäänused.
Maardu: N 59°28’42’’; E 24°58’13’’
Foto: Enno Reinsalu; 01.08.2014

Tehnosetted võivad olla nii korrastamise objekt kui ka materjal. Suhteliselt värsked setted, nagu kaevandamis- ja ehitusjäätmed, on käideldavad samuti kui analoogilise lõimise ja niiskusega looduslik purdsete. Kõigil muudel juhtudel tuleb korrastamise projekteerimisel ette näha inimtekkeliste lasundite ja puistangute (ehitus)geoloogiline uuring. Ringmajanduse põhimõtetest lähtuvalt tuleks maavara kaevandamise asemel võimaluse korral alati eelistada tehnosetete kasutamist.

1.2.3. Hüdro(geo)loogilised tingimused

Hedi Schvede, Marge Uppin

Põhjavesi. Kivimite hüdrogeoloogilised omadused ja üldmõisted

Põhjavesi on maakoore ülemise osa kivimite ja setete poorides ja lõhedes olev vesi, mis liigub raskusjõu toimel ning rõhu alanemise suunas. Kui kaevandatav

maavara paikneb põhjavee tasemest allpool, siis tuleb üldjuhul maavara väljamiseks põhjavee taset alandada. Selleks pumbatakse karjääri kogunev põhja- ja sademevesi eesvoolu, milleks on tavaliselt vooluveekogu, harvem juhitakse vesi karsti kaudu tagasi maapõue. See toob kaasa põhjavee taseme alanemise karjääris ja seda ümbritseval alal. Kaevandamise järel veerežiim muutub uuesti, looduslik põhjavee tase hakkab taastuma, seades tingimused ja piirangud karjääri korrastamissuunale. Seega tuleb karjääride korrastamisel arvestada, et põhja veerežiim sõltub oluliselt piirkonna hüdrogeoloogilistest tingimustest, veekihti moodustavate kivimite füüsikalis-mehaanilistest ja veelistest omadustest. Maapinnalähedane põhjavesi on hüdrauliliselt seotud pinnaveega.

Pinnaveeks nimetatakse kogu maapinnal seisvat või voolavat maismaavett (välja arvatud põhjavesi, üleminekuvesi ja rannikuvesi). Pinnaveekogud jagunevad voolu- (jõed, ojad, kraavid) ja seisuveteks (järved, tiigid).

Veehulk ja liikumiskiirus pinnases sõltuvad kivimite poorsusest. Kivimite poorsuse all mõistetakse nendes esinevaid tühimikke ja õõnsusi. Kivimite poorsus sõltub mitmest tegurist, nagu lõimis ja osakeste kuju. Üldjuhul on väga erineva granulomeetrilise koostisega setetel (näiteks moreen, kus suuremate terade vahelised tühimikud on täidetud väiksemate osakestega) väike poorsus. Peeneteralised materjalid on üldjuhul paremini sorditud ja nende poorsus on suurem. Seega näitab kivimite poorsus maksimaalset veekogust, mida ta veega küllastatuse korral võib sisaldada. Samas osa pinnaseid, millel on suur poorsus (nt savid ja turvas) ning mis sisaldavad väga palju vett, ei anna vett välja ningselliste pinnaste veeand on väga väike. Lubjakivide ja dolokivide poorsust iseloomustab nende lõhelisus. Veest küllastunud kivimi omadust vabavoolulisena raskusjõu mõjul ära anda teataval hulgal vett nimetatakse kivimite veeanniks. Kivimite veeand on väga erinev. Väga hea veeand on kruusal ja liival ning väga väike veeand savil, aga ka turbal. (Fetter, 2001)

Kuigi savi poorsus võib olla kuni ~60%, on keskmine veeand kivimi mahust ainult 6% (Tabel 1-3). Kivimite veeandi on võimalik määrata hüdrogeoloogiliste katsepumpamiste käigus, kus näiteks ühest katsepuuraugust pumbatakse vett ning teises lähedal paiknevas sama veekihti avavas puuraugus mõõdetakse veetaseme alandust. Hüdrogeoloogilisi töid võib teha hüdrogeoloogilise tegevusloaga ettevõte ja isik.

Tabel 1-3. Näited setete ja kivimite poorsusest ning veeannist (Morris & Johnson, 1967).

Sete/kivim	Poorsus, %	Veeand, %
Savi	34...57	6
Liiv	29...49	32
Kruus	24...44	24
Liivakivi	14...49	27
Lubjakivi, dolokivi	7...56	14

Filtratsioonikoefitsient (filtratsioonimoodul) on pinnase veeläbilaskvust iseloomustav suurus. Filtratsioonikoefitsient sõltub lõimisest ehk pinnast moodustavate osakeste suurusest (Fetter, 2001). Vettandvate kivimite filtratsioonikoefitsiendi alusel saab veekihti moodustavad kivimid vee läbilaskvuse alusel jagada väga vähese (10^{-2}...1 m/ööp), vähese (1...3 m/ööp), keskmise 3...10 m/ööp), suure (10...30 m/ööp), väga suure (30...70 m/ööp) ja ülisuure (> 70 m/d) läbilaskvusega kivimiteks või seteteks. Veepidemeks peetakse üldjuhul kivimeid ja setteid, mille filtratsioonikoefitsient jääb alla 10^{-2} m/ööp. Kivimite vertikaalsuunalise filtratsioonikoefitsiendi väärtuse alusel jagatakse veepidemed nõrkadeks (10^{-4}...10^{-2} m/ööp), keskmisteks (10^{-6}...10^{-4} m/ööp), tugevateks (10^{-8}...10^{-6} m/ööp) ja väga tugevateks (<10^{-8} m/ööp). Setete filtratsioonikoefitsient võib oluliselt erineda nii horisontaalsuunas kui ka vertikaalsuunas. Horisontaalsuunas võib kivimite veejuhtivus olla isegi kuni sada korda suurem kui vertikaalsuunas (Perens & Vallner, 1997). Eelkõige tuleb see erisus esile lubja- ja dolokivimite puhul. Üldjuhul sügavuse suurenedes filtratsioonikoefitsient väheneb. Filtratsioonikoefitsienti on võimalik mõõta nii laboratoorselt kui ka hüdrogeoloogiliste katsepumpamiste käigus. Kui laboratoorselt mõõdetud tulemus näitab konkreetse proovi filtratsioonikoefitsienti, siis välitööde käigus on võimalik määrata kivimite või setete filtratsioonikoefitsient suure maa-ala kohta. Peamisi veekomplekse ja veepidemeid moodustavate kivimite ja setete tüüpilisi filtratsioonikoefitsiente näitab Tabel 1-4. Tabelis on näha, et karbonaatkivimite filtratsioonikoefitsiendid on väga muutlikud. See tuleneb sellest, et karbonaatkivimite veejuhtivus sõltub eelkõige nende lõhelisusest, mis on nii pindalalt kui ka läbilõikes väga ebaühtlane. Filtratsioonikoefitsiendi ja veekihi paksuse korrutis iseloomustab põhjaveekihi veeläbilaskevõimet ning seda nimetatakse veekihi veejuhtivuseks.

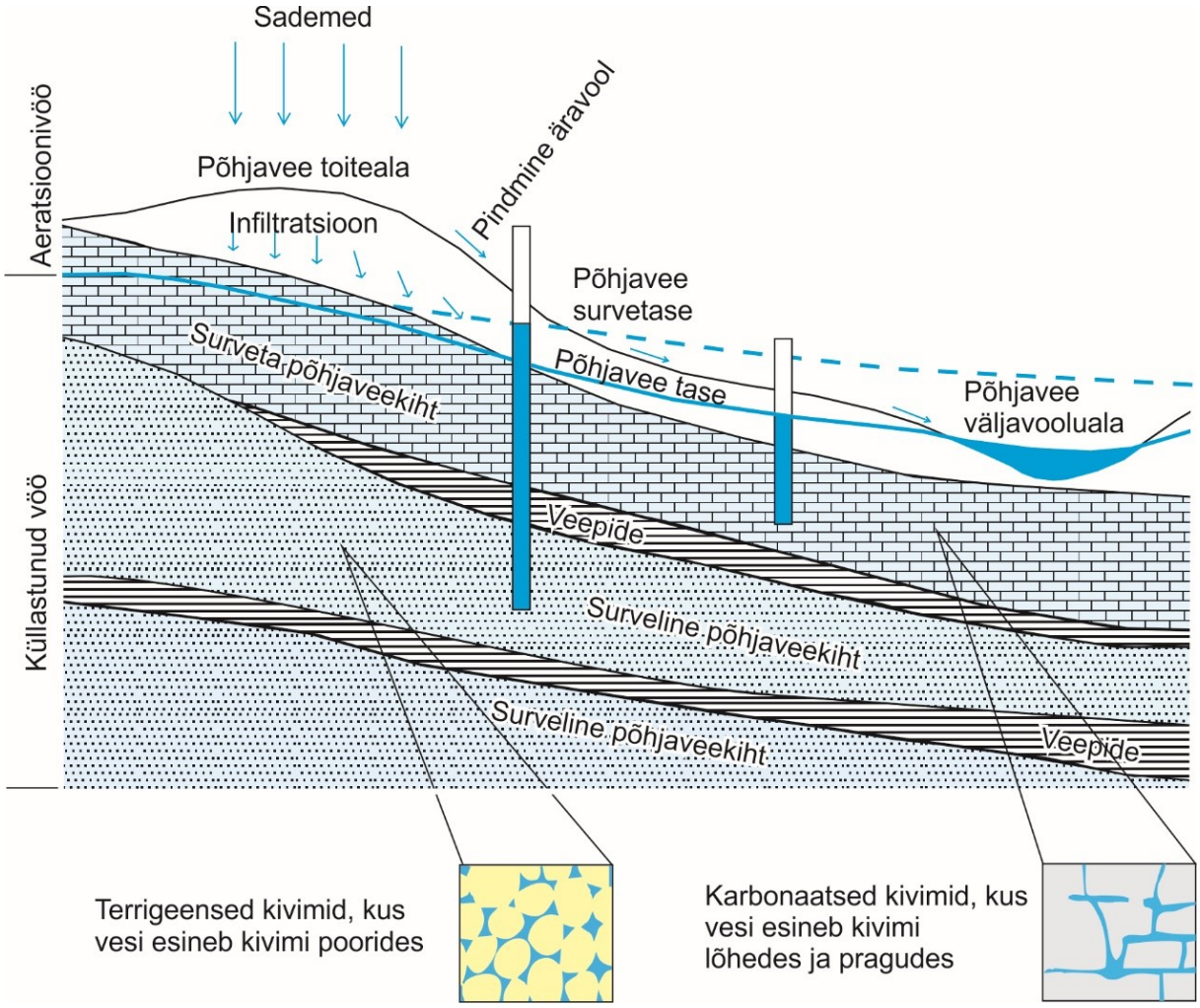
Tabel 1-4. Veekomplekse ja veepidemeid moodustavate kivimite ja setete kivimiline koostis ja filtratsioonikoefitsiendid (Perens & Vallner, 1997).

Põhjaveekihid ja veepidemed	Peamised kivimi- ja setetetüübid	Filtratsiooni-koefitsient, m/ööp
Kvaternaari setted	Vettandvad liivapinnased	0,1...10
	Vettpidavad savipinnased	10^{-4}...10^{-3}
Ülem-Devoni veekompleks	Dolokivi, mergel	1...50
Kesk-Devoni veekompleks	Liivakivi, aleuroliit	1...3
Narva veepide	Aleuroliit, mergel, domeriit, savi	10^{-5}...10^{-4}
Kesk-Alam-Devoni veekompleks	Liivakivi, aleuroliit	2...6
Siluri-Ordoviitsiumi veekompleks	Lubjakivi, dolomiit	1...50
Siluri-Ordoviitsiumi veepide	Mergel, aleuroliit, savi, argilliit	10^{-7}...10^{-5}
Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleks	Liivakivi, aleuroliit	1...3
Lükati-Lontova veepide	Aleuroliit, savi	10^{-7}...10^{-5}
Kambriumi-Vendi veekompleks	Voronka veekiht – liivakivi, aleuroliit	2...6
	Kotlini veepide – aleuroliit, savi	10^{-7}...10^{-5}
	Gdovi veekiht – liivakivi, aleuroliit	5...6

Kivimite veeand, filtratsioonikoefitsient ja veekihi veeandvus on olulised hüdrodünaamilised parameetrid, mida kasutatakse piirkonna hüdrogeoloogiliste mudelite koostamisel. Hüdrogeoloogilised mudelid aitavad mõista nii kaevandamisega kui ka hiljem korrastamisega kaasnevaid veerežiimi muutusi (veetase, voolusuund, alanduslehtri ulatus jm).

Põhjaveekiht on vett sisaldav ja andev maapõue osa. **Veepide** on sete või kivim, mis ei lase endast vett läbi või teeb seda minimaalses koguses. Setete ja kivimite veesisalduse põhjal jaotatakse maapõu aeratsiooni- ja küllastusvööks. **Aeratsioonivöö** on maapinnast põhjavee pinnani ehk küllastusvööni ulatuv osa, kus poorides esineb valdavalt õhk, vähem infiltreerunud vett. Siia kuuluvad põhjavee tasemest kõrgemal paiknevad setted ja kivimid. Ajutiselt võib sademete ja lumesulamise järel aeratsioonivöös esineda gravitatsiooniliselt vaba vett, mida nimetatakse **ülaveeks**. Ülavesi küllastab harilikult mitmesuguseid Kvaternaari setteid, näiteks liiva ja liivsavi, kus vettpidavaks lamamiks on savikad moreenläätsed. Geoloogilise uuringu käigus tehtud hüdrogeoloogiline uuring ei

pruugi ülavett uuringupiirkonnas kindlaks määrata (kindlaksmääramine oleneb uuringu tegemise aastaajast). **Küllastusvöö** on maakoore osa, kus kõik poorid ja tühikud on veest küllastunud ning selle ülemine pind markeerib maapinnalähedase ehk maapinnast esimese vabapinnalise (surveta) **põhjavee taset**. Sügavamal paiknev põhjavesi ehk kihtidevaheline põhjavesi, mis on teistest veekihtidest eraldatud vett vähejuhtivate veepidemetega, on üldjuhul surveline ning veetase tõuseb kõrgemale lasuva veepideme alumisest pinnast. Pinda, milleni surveline põhjavesi on võimeline tõusma, nimetatakse **survetasemeks** (Pilt 1.10).



Pilt 1.10. Põhjavee paiknemine maapõues.

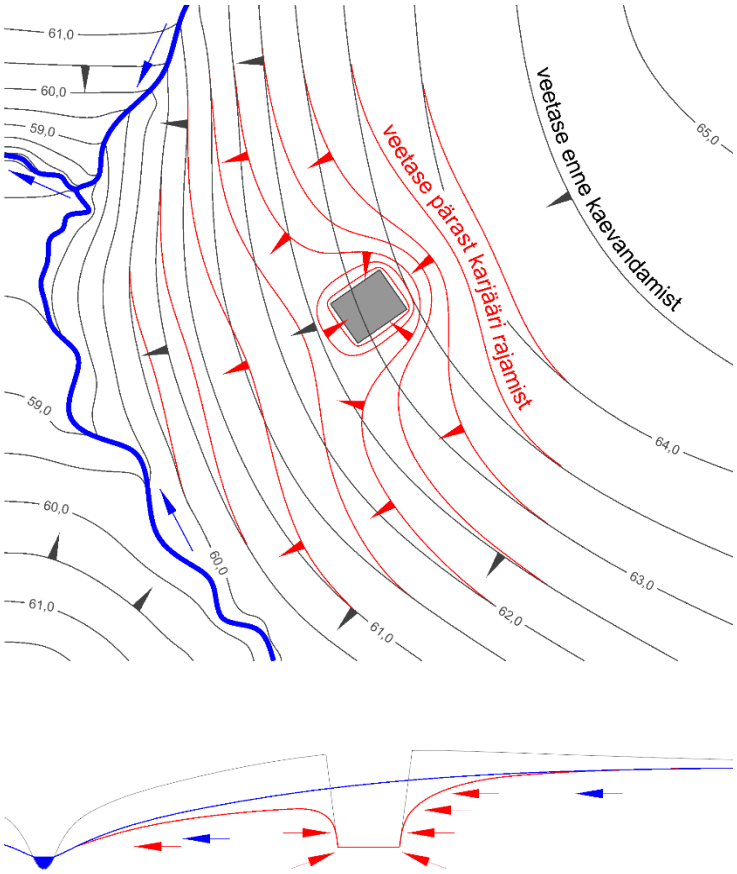
Staatiline veetase on looduslik põhjavee tase, st puuraugust vett välja ei pumbata ja juurde ei lisata. **Dünaamiline veetase** kujuneb välja, kui kaevust pumbatakse vett välja või lisatakse juurde. Töötava veehaarde või muu veetaset alandava rajatise (nt karjäär, kaevandus) ümber kujuneb põhjavee vaba- või survepinna lehterjas nõgu – **depressiooni- ehk alanduslehter** (Eesti Põhjaveekomisjon, 2004). Depressioonilehter võib olla mitmesugust kuju ning

ulatuda erinevale kaugusele ümber töötava karjääri, olenedes näiteks kivimi veelistest omadustest ning muutlikkusest (Pilt 1.11).

Kaevandatud ja korrastatud alade hüdrogeoloogilised tingimused

Vett esineb allpool maapinda kahes vööndis: aeratsioonivöös ja küllastusvöös (Pilt 1.10). Aeratsioonivöös on pinnase poorides valdavalt õhk, infiltreeruvat vett esineb mõningal määral savi-, liiva- ja kruusaosakeste vahel tühemikes ja poorides või kivimite vahel lõhedes. Aeratsioonivöö ülemine osa on taimejuurtest läbi kasvanud, seal on kõdunenud juurtest jäänud tühemikke, putukate, ussikeste ja loomade urgusid. Need võimendavad nii sademete infiltreerimist maapinda kui ka vee aurustumist. Selles vöös olevat vett kasutavad taimed elutegevuseks ja transpiratsiooniks (Winter *et al.,* 1998). Vastupidi aeratsioonivööle on küllastusvöös tühemikud veega täielikult täidetud.

Põhjavee tase on eri paigus väga erinev ja võib varieeruda nullist (ehk maapinnast) kuni kümnete meetriteni allpool maapinda. Tavaliselt on põhjavee tase maapinna lähedal püsivate pinnavee kogude lähedal (jõed, järved, märgalad). Põhjavee tase sõltub otseselt aastaajast, sademete rohkusest, intensiivsusest ning ajastusest. Liiva-, kruusa-, savi- ja lubjakivikarjäärides kaevandamine ja hiljem valitud korrastamise suund mõjutavad eelkõige esimest põhjaveekihti maapinnalt ning sellega seotud pinnaveekogusid.



Pilt 1.11. Põhjavee taseme kaart.

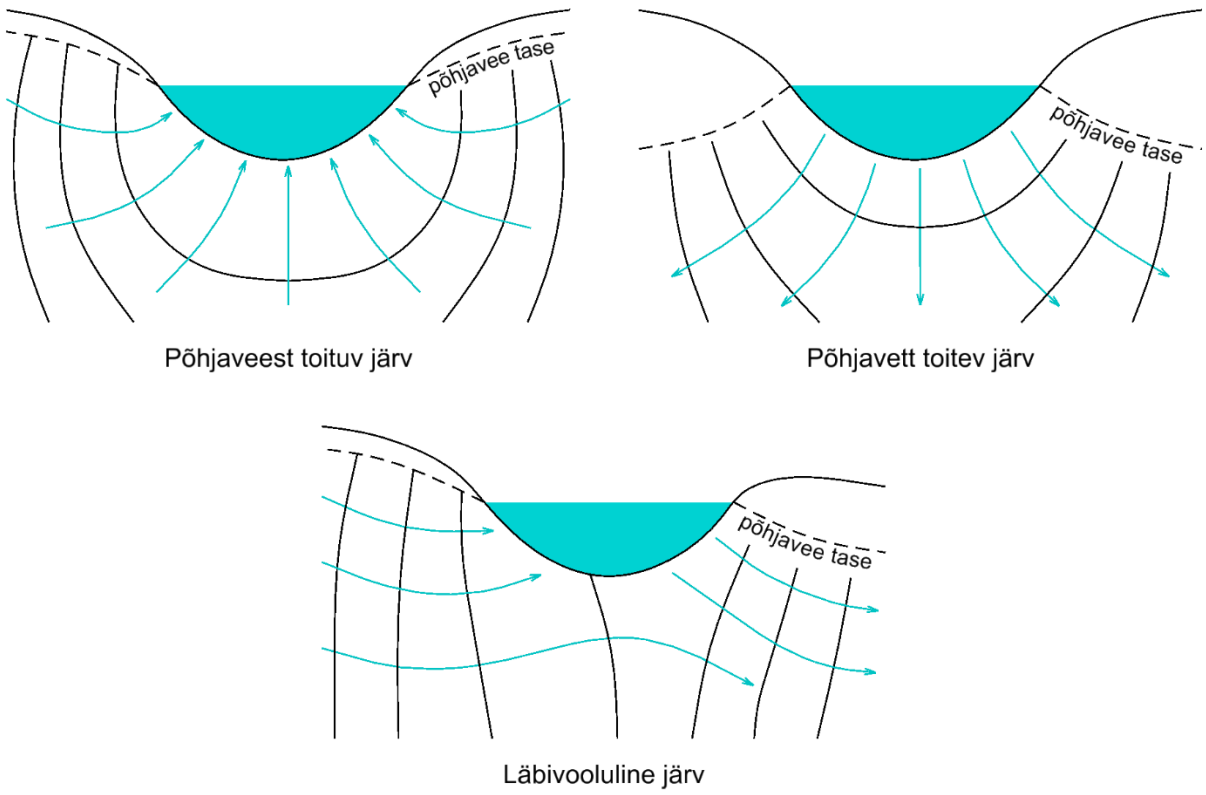
Põhjavee taseme (hüdroisohüpside) kaartidel on palju praktilisi rakendusi, näiteks saab hinnata planeeritava kaevu sügavust või määrata ligikaudset põhjavee liikumise suunda kaardi igas punktis (Pilt 1.11). Põhjavee taseme samakõrgusjoontega risti tõmmatavad jooned tavaliselt iseloomustavad põhjavee liikumise suunda, seejuures liigub vesi kõrgema põhjavee (surve)tasemega alalt madalamale. Et põhjavee tase muutub pidevalt, on ka hüdroisohüpside kaart muutliku konfiguratsiooniga ning õige ainult mõõtmishetke kohta. Täpsemate hüdrogeoloogiliste uuringute korral koostatakse mitu põhjavee taseme kaarti, näiteks igal aastaajal. Karjäärides kaevandamisel ja karjääride korrastamisel saab koostada piirkonna põhjavee taseme kaarte nii kaevandamise kui ka korrastamise etappide kohta.

Kui kaevandatakse allpool põhjavee taset, siis tuleb üldjuhul karjääri kuivendada nõnda, et põhjavett pumbatakse läbi settebasseinide lähedal olevasse pinnaveekogusse (näiteks lubjakivikarjääride puhul). Selle käigus põhjavee tase muutub, tekib põhjavee taseme alanduslehter ja lokaalsed põhjaveevoolu suunamuutused (Pilt 1.11). Kaevandamise lõppedes ning põhjavee pumpamise peatamisega taastub üldjuhul kaevandatud alal põhjavee tase kaevandamiseelsele tasemele. Seega tuleb kaevandatud ala korrastamissuuna valikul hinnata, milliseks kujuneb veerežiim pärast kaevandamist. Olukord võib olla probleemne aladel, mille kasutusotstarvet on muudetud. Üldjuhul on võimalik karjääri korrastamise projektiga ette näha püsiv veetaseme alandus nii, et maakasutus korrastatud karjääri ümber ei peaks muutuma. Siinkohal võib näiteks tuua Tondi ja Tondi-Väo karjäärid, kus on ette nähtud jätkuv vee väljapumpamine, kuna vahepeal on alustatud piirkonna planeeringutekohast hoonestamist (Pilt 11.3).

Kaevandatud alade põhjavee taseme kaardid (Pilt 1.11), mis on koostatud enne kaevandamist ja kaevandamise ajal, võimaldavad märgatavalt täpsemini hinnata ning vajaduse korral modelleerida kaevandatud ala sulgemisel ja selle järel tekkivat hüdrogeoloogilist olukorda. Kehtivates õigusaktides ei ole ette nähtud, et kaevandaja peaks hüdrogeoloogilist olukorda kaevandamistegevuse jooksul seirama (mõnikord on see kohustus pandud keskkonnamõju hindamisega) ning maavara uuringus tehtud hüdrogeoloogilised uuringud on mahult tagasihoidlikumad (puudub detailne metoodika kirjeldus), seetõttu on hüdrogeoloogiline andmestik kaevandamise lõppedes kahjuks sageli puudulik ega anna kaevanduse või karjääri korrastamise tarbeks põhjalikku sisendit. Vajaduse korral saab hüdrogeoloogilise algandmestiku piisavust ja kvaliteeti hinnata hüdrogeoloogilise tegevusloaga ettevõte ja isik. Andmete vähesuse

korral saab välitööde käigus olemasolevat andmestikku täiendada või kontrollida.

Sageli on korrastamise suunaks tehisveekogu (enamasti järve) rajamine. Sellistel karjäärijärvedel on sarnaselt looduslike järvedega hüdrauliline seos põhjaveega, mis võib olla järgmine: põhjavee juurdevool järve toimub kogu järve ulatuses; järv toidab põhjavett kogu järve ulatuses; osa järvi toidab ja ammutab põhjavett järve eri osades samal ajal (Pilt 1.12). Seejuures mängivad olulist rolli piirkonnas korrastamise järel kujunev põhjavee tase ja kivimite filtratsioonilised omadused.

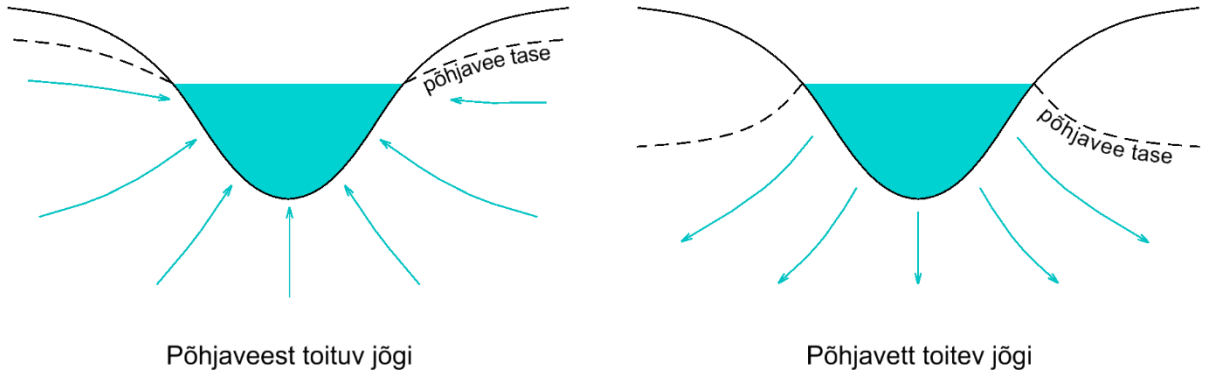


Pilt 1.12. Järve ja põhjavee seosed.

Kaevandatud aladele moodustatud järved erinevad looduslikest järvedest. Nimelt on looduslike järvede üks iseloomujooni, et nende põhjas on suurel hulgal orgaanilist setet, mis aitab kaasa pinnavee püsimisele, mõjutab põhjavee sissevoolu jaotust, mõnevõrra aeglustab biogeokeemilist veevahetust ja lahustunud ainete kandumist põhja- ja pinnavee vahel. Kaevandatud alale moodustatud järvel selline orgaanilise aine kiht esialgu puudub ning seetõttu on veevahetus järvedes kiirem, veetase võib muutuda kiiremini kui looduslikus järves ning vee keemiline koostis järves sarnaneb esialgu piirkonnas leviva põhjavee omaga (seda eeskätt pH, oksüdeeritavuse, läbipaistvuse, lämmastik- ja

fosforühendite poolest). Samas puudub savikarjääridel enamjaolt seos põhjaveega ning karjääridesse moodustatud järv saab vee sademetest.

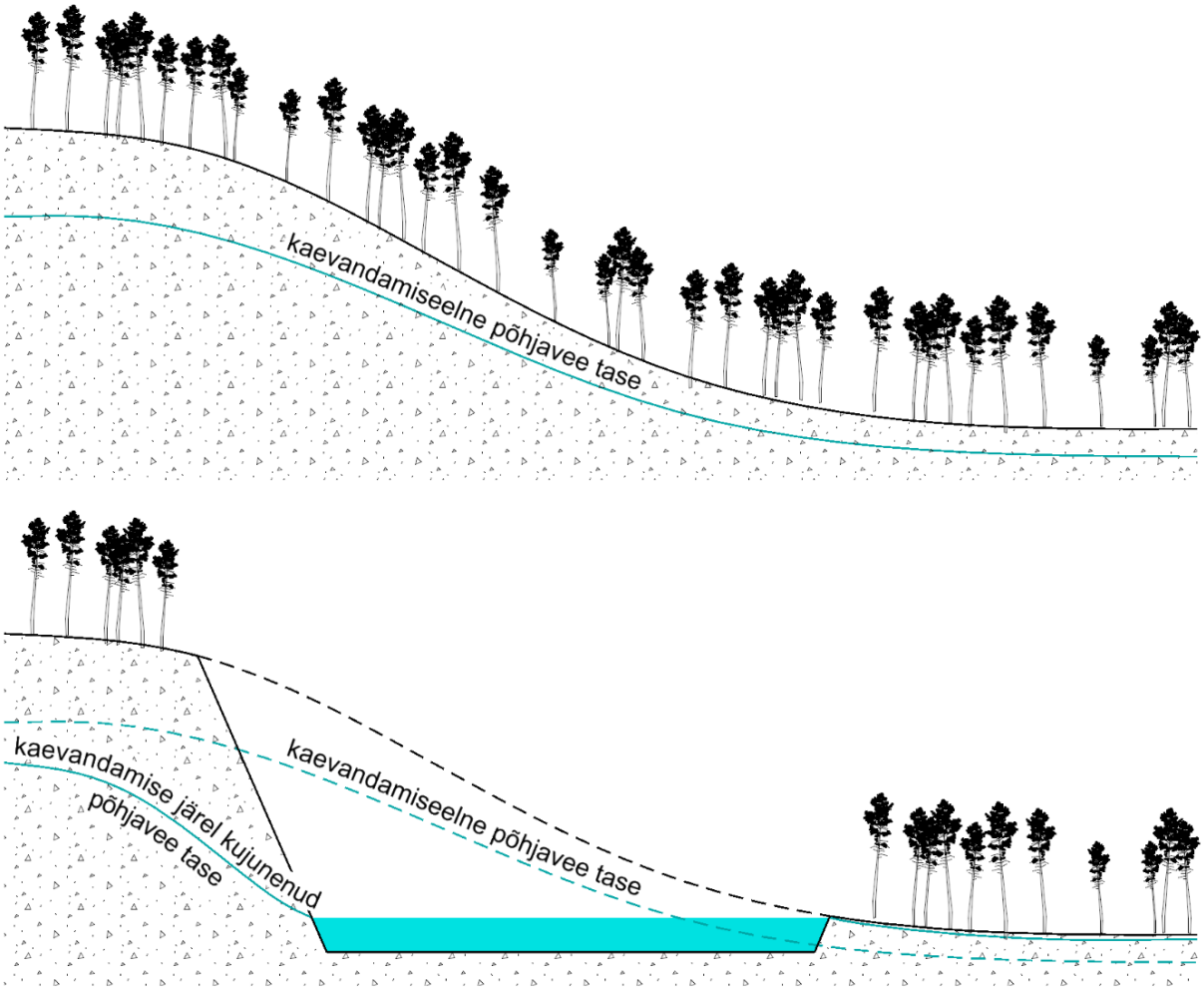
Vooluveekogud kas toituvad põhjaveest või toidavad ise põhjaveekihti (Pilt 1.13). Kui alandatud veetasemega karjäär suletakse, võib veetaseme tõus mõjutada ka olukorda lähedal asuvas jões. Jõgi, mis andis kaevandamise ajal alanenud põhjavee taseme tõttu oma vett põhjaveekihti, võib muutuda põhjavett dreenivaks (põhjaveest toituvaks) jõeks.



Pilt 1.13. Jõgede tüübid sõltuvalt nende toitumisest.

Kaevandatud alade lähedusse võivad tekkida uued liigniisked ja üleujutusalad. Need tekkivad seetõttu, et kaevandatud alal ja lähiümbruses muutuvad hüdrogeoloogilised tingimused.

Pilt 1.14 näitab veetaset enne kaevandamist ning kaevandamise lõppedes. Alumise joonise parempoolsel osal näeb liigniiske ala teket. Üldjuhul saab sellist olukorda vältida kaevandatud alale tammide rajamisega. Üks üleujutusalade tekkepõhjusi seisneb asjaolus, et kaevandamise käigus eraldatakse suurelt maa-alalt märkimisväärne kogus pinnast, samas on õhukese pinnakattega aladel tendents pärast intensiivseid sademeid koguda vabapinnalist sademevett, mis kiiresti infiltreerub madalamatesse kohtadesse.



Pilt 1.14. Kaevandatud ala mõju põhjavee tasemele.

Kaevandatud alade mõju pinnavee ja põhjaveekogumi seisundile

Pinnavee seisundi üle peetakse arvestust pinnaveekogumite kaupa ja pinnaveekogumeid, mille seisund määratakse, on Eestis praegu 750. Pinnavee seisundi hindamiseks kasutatakse viit seisundiklassi: väga hea, hea, kesine, halb ja väga halb. Pinnavee seisund määratakse ökoloogilise ja keemilise seisundi alusel. Veeseaduse alusel on üks pinnavee kaitse-eesmärk, et selle seisundit ei tohi halvendada, mis tähendab, et kaevandatud alade taastamisel peavad läheduses olevate pinnaveesüsteemide kaitse keskkonnaeesmärgid olema tagatud. Seega tuleb kaevandatud ala taastamisel tähelepanu pöörata, et sinna kujundatavate veekogude ökoloogiline ja keemiline seisund ei hakkaks negatiivselt mõjutama nendega ühendatud pinnaveekogumi seisundit. Pinnaveekogumite loetelu ja seisundi määramise reeglid on sätestatud keskkonnaministri määrusega nr 44 (Keskkonnaministri määrus, 2010a).

Kaevandatud alade korrastamisega ja mõningatel juhtudel uute üleujutusalade tekkimisega võib avalduda koormus ka põhjaveekogumile. Kuigi kaevandatud alade korrastamisega seos tekkiv koormus põhjaveekogumi seisundile on enamjaolt väike (kuna reo- ega heitvett ei suunata ära ning üldjuhul aktiivset veeärastust pärast kaevandamist ei toimu), tuleb igal konkreetsel juhul pöörata tähelepanu kaevandatud alaga hüdrauliliselt seotud põhjaveekogumi seisundile ja selle säilimisele. Põhjaveekogumite seisundi hindamise aluseks on veetase ja kvaliteet, mis on sätestatud määrusega „Põhjaveekogumite moodustamise kord ja nende põhjaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, põhjaveekogumite seisundiklassid, seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ja koguseliste näitajate tingimused, põhjavett ohustavate saasteainete nimekiri, nende saasteainete sisalduse läviväärtused ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees, taustataseme määramise metoodika ning põhjaveekogumite seisundiklasside määramise kord“ (Keskkonnaministri määrus, 2013).

1.3. Ehitusmaavarade levik ja maardlate iseloom

Helis Vahtra, Enno Reinsalu

1.3.1. Liiva-kruusa levilad ja maardlad

Levila ehk levikuala on piirkond, kus konkreetset maavara esineb ja kus on selle ilmingud. Maardla on uuritud ja uuringuga piiritletud, keskkonnaregistris arvele võetud maavara lasund (Maapõueseadus, 2017).

Liiva ja kruusa levik on seotud peamiselt mandrijää sulamise ja liustikujõgede sulaveevoolude tagajärjel kuhjunud ja settinud setetega, mis on moodustanud pinnavorme (Pirrus, 2007).[11]

Seetõttu jäävad just suuremad kruusamaardlad positiivsete pinnavormide piirkonda (oosahelikud, voorestikud, mõhnad), kuhu on kuhjunud jämeteraline materjal koos liivaga, materjali koostis on muutlik. Puhtaid liivikuid leiab

11 Raamat „Maavarade geoloogia“, http://digi.lib.ttu.ee/i/?153

kunagiste mandrijää sulavete jõgede deltades, nagu Männiku karjäärid Tallinna külje all ja Kuusalu liivikud (Pilt 1.15).

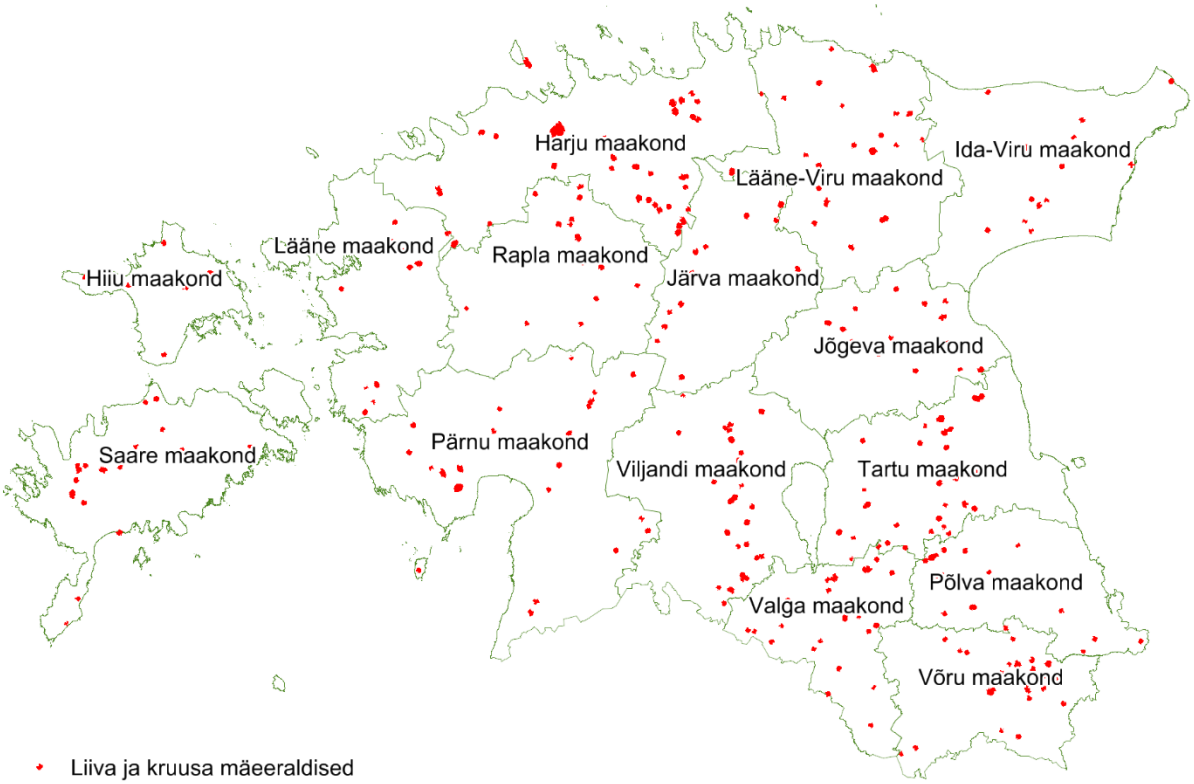
Pilt 1.15. Kõre (*Epidalea calamita*) elupaigaks kujundatud veekogu Männiku liivakarjääris.[12]
Foto: OÜ Inseneribüroo STEIGER; 19.07.2016

Pinnavormist lähtuvalt saab maardlat nimetada kas lava- või küngasmaardlaks. **Lavamaardla** on rõhtsa ja sageli madala lasumusega ning laiub suurel alal, nagu nimetatud liivikud Kuusalus ja Männikul. **Küngasmaardla** (ka vallmaardla), nagu nimetuski ütleb, on positiivse(te) pinnavormi(de)ga maardla, kus kaevandatakse ära oos, voor, mõhn, rannavall jne (Pilt 1.4). Eraldi saab välja tuua ka meremaardlad – liivalasundid mere põhjas.

Liiv kui maavara jaotatakse kasutusalade järgi kolmeks: tehnoloogiliseks (= tehnoliivaks), ehitus- ja täiteliivaks. Neile on määratud erinevad nõuded lähtuvalt lõimisest või mineraalsest ja keemilisest koostisest. Kruus jaotatakse ehituskruusaks ja täitekruusaks, mida eristatakse lähtuvalt lõimisest, eelkõige savi- ja tolmuosakeste sisalduse alusel.

12 Looduskaitseseaduse kohaselt ei avalikustata siin ja edaspidi I ja II kaitsekategooria liikide elupaikade täpseid asukohti.

Keskkonnaregistrisse on kantud ligikaudu 300 liivamaardlat ja 176 kruusamaardlat. Neist 282 maardlas on välja antud kokku 449 kaevandamisluba (Pilt 1.16).



Pilt 1.16. Kruusa ja liiva mäeeraldiste jaotus maakonniti[13]

Viimase viie aasta kruusa ja liiva kaevandamismahtu näitab Tabel 1-5.

Tabel 1-5. Kruusa ja liiva kaevandamismaht aastatel 2012–2016.[14]

Maavara	2012 tuh m³	2013 tuh m³	2014 tuh m³	2015 tuh m³	2016 tuh m³
Ehitusliiv	2421,4	2999,3	2618,6	2388,9	2892,6
Ehituskruus	1527,8	1556,3	1694,8	1345,3	1343,6
Täiteliiv	1243,5	1337,2	872,8	1085,2	1128,5
Täitekruus	24,4	24,3	35,4	14,9	38,9
Tehnoliiv	15,1	29,5	17,1	16,2	33

13 Mäeeraldised seisuga 01.01.2016 (maa-amet).

14 Eesti Vabariigi 2015. aasta maavaravarude koondbilanss (seisuga 31.12.2015) ja Eesti Vabariigi 2016. aasta maavaravarude koondbilanss (seisuga 31.12.2016) (maa-amet).

1.3.2. Savi levilad ja maardlad

Eesti leiukohtade savi omadused varieeruvad tugevasti. Kõige hinnatavamad on rohkesti parimat savimineraali – kaoliniiti – sisaldavad savid. Peamine kaevandatav savi liik on Alam-Kambriumi mereline sinisavi (Pilt 1.8), mille lasund avaneb kitsa ribana Põhja-Eesti pankranniku alal. Kambriumi sinisavi lasund levib Eesti aluspõhjas katkematu kihina ja lasundi paksuseks on kuni 70 m, mis muudab selle kaevandamise maapinnalähedases osas lihtsaks. (Pirrus, 2007)

Savi jaotatakse kasutusalade järgi tsemendisaviks, raskelt- ja kergeltsulavaks keraamiliseks saviks ning keramsiidisaviks.

Ehituskeraamikat (tellised, katusekivid) toodetakse sinisavist Aseri maardlas Ida-Viru maakonnas ning tsemendi tootmise eesmärgil kaevandatakse savi Lääne-Viru maakonnas Kunda maardlas. Keramsiidisavi, millest saaks toota kergkruusa, ei ole viimase 5-6 aasta jooksul kaevandatud. Seda leidub Pärnu maakonnas Arumetsa savimaardlas, kus pruunikas savilasund (Pilt 1.17) lasub Keskdevoni liivakivide vahel. Veel on Lõuna-Eestis devoni liivakivi vahekihtidesse põimununa läätsjaid savilasundeid, kus leidub kvaliteetsemat, raskeltsulavat savi, mida keeruliste mäendustingimuste tõttu aga ei kaevandata (Pirrus, 2007).

Pilt 1.17. Keskdevoni lademe savi.
Arumetsa savimaardla: N 58°04’15’’; E 24°31’53’’
Foto: Roman Kotenjov; 15.04.2006

Nimetatud savi leiukohad on seotud aluspõhja kivimitega (vt peatükki Aluspõhja settekivimid). Eestis esineb savi ka pinnakattes. See on nn viirsavi, mis on kuhjunud ja settinud kunagistes jääjärvedes horisontaalsete kihtidena üle Eesti

(Pirrus, 2007).[15] Ainuke avatud viirsavikarjäär – Väätsa savikarjäär – asub Kesk-Eestis. Väätsa karjääri savi kasutati Väätsa prügila ehitamisel.

Keskkonnaregistrisse on kantud 46 savimaardlat, millest neljas maardlas on välja antud viis luba tsemendisavi, keramsiidisavi ja keraamilise savi kaevandamiseks. Viimase viie aasta savi kaevandamismahtu näitab Tabel 1-6.

Tabel 1-6. Savi kaevandamismaht aastatel 2012–2016.[16]

Maavara	2012 tuh m^3	2013 tuh m^3	2014 tuh m^3	2015 tuh m^3	2016 tuh m^3
Tsemendisavi	43,7	49,1	47,1	18,2	19,2
Keraamiline savi	20,7	25,9	17,9	13,5	16,5
Raskeltsulav savi	-	-	-	-	-
Keramsiidisavi	-	-	-	-	-

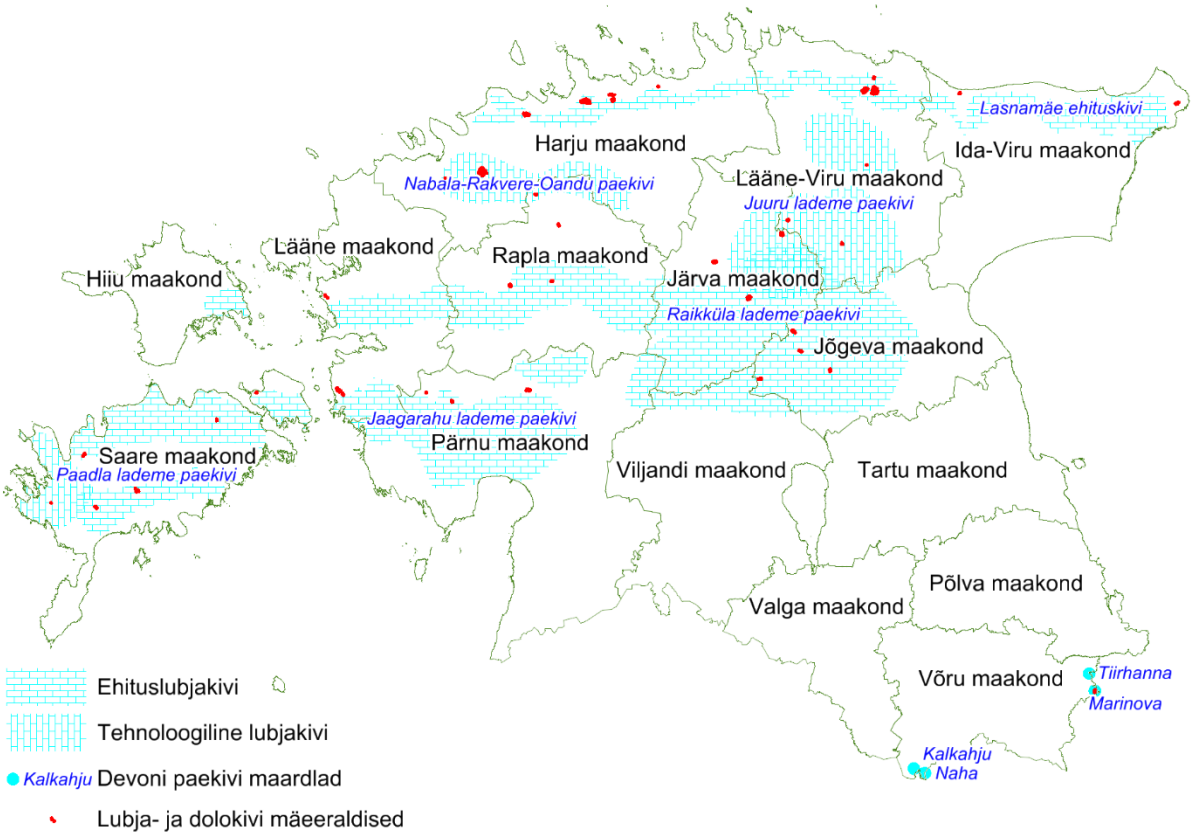
1.3.3. Paekivi levilad ja maardlad

Paekivi on kohalik ehituskivim, mis sai riigi maavara staatuse alles 20. sajandi keskel. Varem murti paekivi kohalikes murdudes, mida korrastamata ja loodustunud kujul võib näha kõikjal paekivi avamusel[17] (= paealal). Vaata ka Pilt 5.36. Kivi sobis murda, kui katendi paksus oli < 5 m (Reinsalu, 2016a). [18]

Ehituseks sobivat paekivi leidub enamikus ordoviitsiumi ja siluri lademeis, mis avanevad Lääne-, Kesk- ja Põhja-Eestis (Pilt 1.18). Nii pindala kui ka arvu poolest on paemaardlaid, mis on keskkonnaregistris arvel, enim Harju maakonnas, järgneb Lääne-Viru maakond.

15 Raamat „Maavarade geoloogia“, https://digi.lib.ttu.ee/i/?153
16 Eesti Vabariigi 2015. aasta maavaravarude koondbilanss (seisuga 31.12.2015) ja Eesti Vabariigi 2016. aasta maavaravarude koondbilanss (seisuga 31.12.2016) (maa-amet).
17 *Avamus* – maa-ala, kus mingi kiht, lade vms ulatub vahetult maapinnale või jääb õhukese pinnakatte alla.
18 Raamat „Eesti Mäendus“, http://digi.lib.ttu.ee/i/?4066

Enamik paemaardlaid on lavamaardlad. **Lavamaardlad** on rõhtsa ja sageli madala lasumusega, laiudes suurel alal. Kaevandamiseks sobivad ja soodsamad alad on seotud vastava lademe avamusaladega, mis kulgevad lääne-idasuunaliste vöönditena (Pilt 1.18). Oluliseks eelduseks lubja- ja dolokivi maardlate kasutuselevõtmisel on purdsetete paksus, mis jääb tavaliselt < 5 m (OÜ Inseneribüroo STEIGER, 2009), ja hüdrogeoloogilised tingimused.



Pilt 1.18. Lubja- ja dolokivi mäeeraldiste jaotus maakonniti[19] ja paelevilad (Reinsalu, 2016a)[20] Eestis.

Lubja- ja dolokivi jaotatakse ehitusotstarbeliseks ja tehnoloogiliseks maavaraks (Pilt 1.19 ja Pilt 1.20).

Tehnilise toormena kasutamise määrab kivimi keemiline koostis, ehitusotstarbelise kivimi füüsikalis-mehaanilised omadused.

19 Mäeeraldised seisuga 01.01.2016 (maa-amet).
20 Raamat „Eesti Mäendus“, http://digi.lib.ttu.ee/i/?4066

Pilt 1.19. Ehituslubjakivi – Uhaku ja Lasnamäe lade.
Harku ehituslubjakivikarjäär: N 59°24’02’’; E 24°34’12’’
Foto: Helis Vahtra; 31.07.2008

Pilt 1.20. Tehnoloogilise lubjakivi lihvitud näidis – Juuru lade.
Karinu maardla: N 59°03’7’’; E 25°56’57’’
Foto: Peeter Koll; 11.01.2016

Viimistluskivi puhul on määrav dekoratiivsus ja poleeritavus (Pilt 1.21 ja Pilt 1.22).

Pilt 1.21. Viimistluskivi, Jaagarahu lade.
Tagavere karjäär: N 58°32’19’’; E 22°53’49’’
Foto: Ole Sein; 16.09.2016

Pilt 1.22. Viimistluskivi, Paadla lade.
Kaarma dolokivimaardla: N 58°20’6,8’’; E 22°28’35’’
Foto: Enno Reinsalu; 04.05.2007

Keskkonnaregistrisse on kantud üle viiekümne lubjakivimaardla ja enam kui kolmkümmend dolokivimaardlat. Antud on ligikaudu 70 maavara kaevandamise luba, mille alusel kaevandatakse peamiselt ehitusotstarbelist lubja- ja dolokivi, osaliselt koos tehnoloogilise ja viimistluskiviga.[21] Ainult tehnoloogilist dolokivi ja lubjakivi kaevandatakse viies karjääris ning viimistlusdolokivi kolmes karjääris. 2012.–2016. aasta lubja- ja dolokivi kaevandamismahtu näitab Tabel 1-7.

Tabel 1-7. Lubja- ja dolokivi kaevandamismaht aastatel 2012–2016.[22]

Maavara	2012 tuh m³	2013 tuh m³	2014 tuh m³	2015 tuh m³	2016 tuh m³
Ehituslubjakivi	1609,5	1829,2	1518,8	1627,1	1795,2
Tehnoloogiline lubjakivi	117,7	107,2	112,2	68,9	75,4
Tsemendilubjakivi	324,8	335,5	311,8	157,5	149,7
Ehitusdolokivi	527,0	503,0	412,9	544,9	527,6
Tehnoloogiline dolokivi	129,7	134,9	142,6	127,7	100,0
Viimistlusdolokivi	12,7	30,6	4,0	5,6	2,4
Täitedolokivi	2,5	-	9,9	7,9	1,8

Lähtuvalt aluspõhja geoloogilisest ehitusest (lõunasuunaline kallakus) asuvad põhilised lubja- ja dolokivimaardlad ja eelkõige karjäärid Põhja- ja Kesk-Eestis. Kõige rohkem on aktiivseid lubja- ja dolokivi kaevandamisalasid Saare maakonnas (Pilt 1.18).

21 Siin ja edaspidi: maardlate ja kaevandamislubade arvud muutuvad nagu mistahes statistilised andmed. Täpsemaid arve näeb asjaomastes registrites, eelkõige iga-aastases maavaravarude koondbilansis.

22 Eesti Vabariigi 2015. aasta maavaravarude koondbilanss (seisuga 31.12.2015) ja Eesti Vabariigi 2016. aasta maavaravarude koondbilanss (seisuga 31.12.2016) (maa-amet).

1.4. Geoloogiliste uuringute eesmärgid ja meetodid

Helis Vahtra

1.4.1. Maavarade uurimine

Maavarade uurimiseks tehakse geoloogilisi uurimistöid, mis võivad olla oma olemuselt ja eesmärgilt mitmepalgelised. Maavarade uurimise võib etappide järgi jaotada järgmiselt:

- geoloogiline kaardistamine;
- otsing;
- uuring;
- järeluuring.

Geoloogiline kaardistamine annab algteavet edasiste uurimisetappide suunamiseks. Geoloogilise kaardistamise tulemuseks on geoloogiline kaart. Otsing on kindla geoloogilise ehituse ja kvaliteediga maavara sihikindel otsimine eesmärgiga piiritleda maavara leiukoht. Maavara geoloogiline uuring on eeltöö maavara kaevandamiseks. (Pirrus, 2007)[23]

Järeluuring on töö, mis annab vastuse kaevandamise käigus tekkinud geoloogilistele küsimustele, mis varem ei olnud piisava täpsusega välja selgitatud. Järeluuringu tulemuseks võib olla ka kvaliteedinõuetele mittevastava maavara mahakandmine.

Eesti territooriumi kohta on koostatud eri suunitlustega geoloogilisi kaarte. Need kaardid annavad piisavalt teavet, et planeerida järgmisi uurimisetappe (otsing, uuring). Maavara uurimisel ja planeerimisel on oluline kasutada varem tehtud uuringute tulemusi. Tänu varem tehtud tööde andmete kergele kättesaadavusele saab tihti ka maavara otsingu etapi vahele jätta või teha otsingu ja uuringu ühe etapina.

23 Raamat „Maavarade geoloogia“, http://digi.lib.ttu.ee/i/?153

Maapõueseaduse järgi jaotatakse maapõueuuringud kaheks (Maapõueseadus, 2017):

- üldgeoloogiliseks uurimistööks,
- geoloogiliseks uuringuks.

Üldgeoloogiline uurimistöö käigus selgitatakse välja maapõue geoloogiline ehitus või maavara levik. See kätkeb eespool nimetatud geoloogilise kaardistamise ja maavara otsingut, kuid ka erinevate suunitlustega uuringud (geofüüsikalised, geokeemilised jms). Geoloogiline uuring on maavara kaevandamise ja kasutuselevõtmise eesmärgil tehtav töö, mille käigus selgitatakse välja maavara kaevandamisega seotud aspektid.

Peatükis kirjeldatakse peamiselt just maavara geoloogilise uuringu eesmärke ja meetodeid.

1.4.2. Geoloogiliste uuringute eesmärgid

Maavarade uuringud võivad olla oma olemuselt erinevad ja nende meetodid ning tulemused sõltuvad eesmärkidest. Geoloogilise uuringu peamisteks eesmärkideks on teada saada

- maavara levik ja lasumistingimused;
- maavara omadused ja kvaliteet;
- maavaravaru kogus, usaldusväärsus;
- varu kaevandamisväärsus.

Uuritava maavara leviku ja lasumistingimuste määramiseks rajatakse uuringuvõrk, mille tihedus sõltub leiukoha geoloogilisest ehitusest. Maavara omadused ja kvaliteet määratakse visuaalsel teel ja laboratoorsete katsete (= teimide) ning tehniliste (= tehnoloogiliste) katsetuste alusel. Maavaravaru koguse määramisel on olulised geoloogiline ehitus ja kuuluvus, lasundi paksus ja maavara leviku iseloom. Geoloogilise uuringu tulemusel piiritletakse maardla. Varu usaldusväärsus sõltub uurituse detailsusest (uuringuvõrgu tihedus, laboratoorsete määrangute maht), mille alusel jaotatakse maavaravaru kolme kategooriasse (Maapõueseadus, 2017):

- tarbevaru (üksikasjalik uuring, mis annab piisavad andmed maavara kaevandamiseks ja kasutamiseks);

- reservvaru (valikuline uuring, mis ei ole maavara kaevandamiseks piisav; annab andmed maavaravaru perspektiivi hindamiseks);
- prognoosvaru (võib eeldada maavaravaru olemasolu; määratakse geoloogilise kaardistamise või maavara otsingu käigus; uuritus ei vasta ei tarbe- ega reservvaru nõuetele).

Tarbe- ja reservvaru kategooriale on määratud kogemuse alusel kehtestatud soovituslik uuringuvõrgu tihedus, mis on eri maavarade puhul vägagi erinev.

Peale geoloogilise uurituse tuleb silmas pidada ka varu kasutamise võimalikkust (varu väljamise tehnoloogiat, selle majanduslikku otstarvet, keskkonnakaitselisi ja sotsiaalseid piiranguid), mille alusel jaotatakse varu omakorda (Maapõueseadus, 2017)

- aktiivseks – varu kaevandamine on võimalik (on olemas sobiv kaevandamistehnoloogia, piiranguid kaevandamiseks ei ole);
- passiivseks – kaevandamine on õigusaktide kohaselt keelatud või ei ole keskkonnakaitse vajadust arvestades võimalik.

Kaevandamisväärne on tarbevaru tasemel uuritud aktiivne maavara.

Lühidalt on geoloogilise uuringu põhiline eesmärk teada saada maavara kvaliteet ja kogus ning hinnata maavaravaru kaevandamisväärsust. Maavaravaru saab kaevandama hakata vaid geoloogilise uuringu tulemuste alusel.

1.4.3. Geoloogiliste uuringute meetodid

Nii nagu kaevandamise puhul, tuleb ka geoloogilisel uuringul maa korrastada. Korrastamine ja selle viisid sõltuvad uuringumeetoditest.

Geoloogiliste uuringute meetodite valik sõltub eelkõige

- uuritava ala oludest ja geoloogilisest eripärast;
- tehnilistest võimalustest;
- uuringu tellija ja teostaja valikutest;
- uuritava maavara omadustest.

Ehitusmaavarade geoloogilisel uuringul kasutatakse puistemaardlates tavaliselt ekskavaatorit ning kaljustes, aga ka paksudes, eriti tsementeerunud puistemaavarade tüsedates lasundites puurmasinat. Mõlemal variandil on oma eelised ja puudused.

Kaevandite rajamine

Pilt 1.23. Kaevandi rajamine kruusa ja liiva uuringul.
Muri kruusamaardla:
N 58°12’05’’; E 25°37’08’’
Foto: Helis Vahtra; 07.06.2016

Ekskavaatori eeliseks on, et kaevandist väljatõstetud materjal säilitab looduslikud omadused ja proovide tulemused iseloomus-tavad maavara kõige tõesemalt. Uuringukaevandi seinast on selgelt näha konkreetse koha geoloogiline läbilõige (Pilt 1.23). Puuduseks on ekskavaatorite piiratud ammu-tamissügavus, mis tavaliselt ei ületa 6...7 meetrit. Kõrge põhjavee taseme korral on kaevanditega uuring raskendatud, kuna kaevandi seinad varisevad vee tõttu sisse, mis muudab võimatuks esindusliku proovi saamise ja on ohtlik kaevandis läbilõiget mõõtvale töötajale.

Puuraukude puurimine

Pilt 1.24. Tigupuurimine liiva uuringul.
Foto: Kadri Mikkelsaar

Pilt 1.25. Südamikpuurimine.
Foto: Mairy Tammekänd

Puuraukude rajamiseks kasutatakse puurmasinat. Liiva ja kruusa uuringutel on tööorganiks keerd- ehk tigupuur (= van šnekk) (Pilt 1.24). Südamikpuurimist kasutatakse karbonaatkivimite ja savi uuringutel (Pilt 1.25 ja Pilt 1.26). Harvem tuleb ette purustus- ehk näritspuurimist (Pilt 1.27). Erijuhtudel on kasutatud löök- ja vibropuurimist.

Tigupuurimisel tõstetakse puurinstrument maapinnale ning proovid võetakse otse puuri pealt. Purdsetete uuringutel tuleks puurimist eelistada pigem liiva uurimisel, kuna kruusa puurimisel purustab tigupuur oma keerleva tööorganiga suuremad osakesed, tekitab kunstlikult tolmuosakesi ega too puuraugust välja veeriseid.

Purdsetete uurimisel eelistatakse kõrge põhjavee taseme korral puurtöid.

Pilt 1.26. Südamikpuurotsik.
Foto: Mairy Tammekänd

Pilt 1.27. Näritspuurotsikud.
Foto: Mairy Tammekänd

Südamikpuurimisel tõstetakse puursüdamik (= van (puur)kärn) tervenisti koos puurtoruga maapinnale ja asetatakse puurkastidesse (Pilt 1.17). Puurotsiku jahutamiseks ja puurimisel tekkiva peenosise (= puurmete, puurimispuru) välja kandmiseks kasutatakse suruõhku või vett/muda, mis pumbatakse puurimise ajal auku. Õhkjahutuse puuduseks on väiksem puursüdamiku saagis (= van väljatulek).

Näritspuurimist kasutatakse tavaliselt karbonaatkivimites vaatluspuuraukude rajamiseks, näiteks hüdrogeoloogilistel uuringutel.

Löökpuurimist kasutati varem karbonaatkivimite, harvem liiva ja kruusa uuringutel. Tänapäeval on see energiamahukas ja aeglane puurimismeetod maavarade uuringul kõrvale jäänud.

Üldiselt on puurimise eeliseks piiramatu uurimissügavus, mis Eesti oludes jääb ehitusmaavarade puhul tavaliselt siiski 20...30 meetri piiresse, ulatudes üksikutel juhtudel üle 50…70 meetri.

Lähtuvalt uuringumeetodi valikust erineb ka uuringualade korrastamine. Kaevandite sulgemine on ajakulukam juba maapõuest väljatõstetud materjali suurema koguse pärast. Lubja- ja dolokivi uuringupuuraugud aga nõuavad täpsemat sulgemist sõltuvalt kivimi- ja veekihtide asetusest. Vaata täpsemalt peatükist Uuringualade korrastamine.

Maavarade uuringumeetodid

Liiva ja kruusa uuringuteks kasutatakse nii ekskavaatorit kaevandite rajamiseks kui ka puurtöid puuraukude puurimiseks. Olenemata uuringutehnika valikust tuleb maavara proovid võtta igast uuringupunktist, seejuures kogu kasuliku kihi (= tootsa kihi) ulatuses.[24] Proovid viiakse laboritesse, kus neid teimitakse. Põhilised analüüsid on materjali terakoostise ja liiva filtratsiooniomaduste määramine ning kruusa füüsikalis-mehaaniliste omaduste määramine.

24 *Kasulik kiht* kui maavaralasundi tootus, kaevandamisväärne osa, defineeritakse esialgu, maavara otsingu staadiumis ja/või uuringu lähteülesandes (projektis) piisava tolerantsiga, et uuringu teostumisel ei jääks kahtlusi kaasnevate (lamami ja lasumi) kvaliteedis.

Ülejäänud materjal kasutatakse ära uuringuala korrastamiseks pärast geoloogilise ehituse kirjeldamist ja vajalike mõõtmiste tegemist.

Karbonaatkivimite (lubjakivi ja dolokivi) uuringutel kasutatakse südamikpuurimist. Puurimisel on oluline puursüdamiku saagis, mis peab moodustama vähemalt 80% uuritava kihi paksusest. Väiksema saagise puhul tuleb puurida uus auk või mitu, kuni on saadud usaldusväärne proov.

Maapõuest välja tõstetud südamik paigutatakse asjaomastesse kastidesse ja kohapeal toimub selle esialgne kirjeldamine. Üksikasjalik kirjeldus tehakse ja proovid võetakse tavaliselt hiljem. Olenevalt uuritava maavara eeldatavast kasutusalast võetakse südamikust proove füüsikalis-mehaanilisteks katsetusteks ja/või keemiliseks analüüsiks. Rikketsoonide ja lõhede tuvastamiseks kasutatakse vajaduse korral maapealseid geofüüsikalisi meetodeid või tehakse seda otse puuraukudes (karotaaž).

Kuna valdav osa puursüdamikust kasutatakse ära proovimiseks, tuleb uuringuala korrastamiseks, st puuraukude sulgemiseks, kasutada muid täitematerjale.

Oluline osa karbonaatkivimite uuringutel on uuringuala hüdrogeoloogiliste tingimuste väljaselgitamine, et prognoosida põhjavee sissevoolu karjääri, vee kvaliteedi muutusi, alanduslehtri arengut jms.

Savi kui maavara uuringud ei ole Eestis enam nii aktuaalsed, viimased suuremad saviuuringud jäävad ligi kümne aasta tagusesse aega. Savi uuringul kasutatakse südamikpuurimist või kaevandeid. Nagu karbonaatkivimite puhulgi, on savi uuringul südamikpuurimisega oluline puursüdamiku saagis, mis peab olema vähemalt 80%. Proovid võetakse kogu uuritava savikihi ulatuses poolest südamikust. Olenevalt savi kasutusalast määratakse laboratoorselt savi kvaliteedinäitajad (keemiline ja mineraalne koostis, plastsus, terastikuline koostis, mahumass, sulamistemperatuur, puhitavus jms).

2. MÄETÖÖD, KAEVANDAMINE JA KAEVANDAMISE LÕPETAMINE

Enno Reinsalu, Erki Niitlaan, Arvi Toomik, Helis Vahtra, Ole Sein

2.1. Mäetöö ja kaevandamine

Enno Reinsalu, Erki Niitlaan, Arvi Toomik, Ole Sein

Mäetöö on maapõuetöö, mida tehakse setete ja kivimite keskkonnas – maavara kaevandades või allmaaehitisi rajades. Mäetöö põhitegevused ehk protsessid maavarade pealmaakaevandamisel on

- kaevevälja avamine;
- maavara väljamine;
- kaevise koristamine ehk koristustöö;
- kaevandatud maa korrastamine.

Kui ehitamisel rajatakse süvendeid, kraave vms, mis pärast kinni kaetakse, tekib maa-alune ehitis ning selle rajamiseks maapõues tehtavat tööd nimetatakse kaevetööks, mitte mäetööks. Avalikus ruumis, väljaspool mäeeraldist ja selle teenindusmaad tehtavaks ehituslikuks kaevetööks on samuti luba vaja. Kuid see on kaeveluba või ehitusluba, mitte maavara kaevandamiseks antav kaevandamisluba.

Kaevandatud ala korrastamine on samuti mäetöö. Korrastamise edukus sõltub mäetöö protsesside ja nende erisuste arvestamisest.

Kaevevälja avamine on osa mäetööst, mille käigus jõutakse maavarani. Seejuures võib avamise ettevalmistamine hõlmata ka metsa raadamist ja kaevandamiseks vajaliku taristu rajamist, mis ei ole otseselt mäetöö. Aukkaevandamisel, mis on ehitusmaavarade kaevandamisel valdav, piirdub avamine katendi (= kattekivimite ja setete) eemaldamisega, mille järel asutakse paljandatud (= avatud) maavara väljama. Eemaldatud katend ladustatakse tavaliselt puistangus.

See, kas katendi materjali panila on otstarbekas kohe korrastada või saab seda hiljem kasutada, peab olema näidatud kaevandamise projektis.

Allmaakaevandamisel on avamistöö ka kaevevälja lõigustamine, mis nõuab kivimite läbindamist (= läbimist). Pealmaakaevandamisel seda nimetamisväärselt ei toimu, kuid tuleb ette, et vajalik kaeveõõs, näiteks avamistranšee ehk -kaevik, on mõistlik rajada mäeeraldise teenindusmaale väljapoole mäeeraldist. Siis võib tekkida küsimus, kuhu või kellele kuulub väljatud kaevis, mis pealiskaudsel lähenemisel näib maavarana, sest võib olla samade omadustega. Sama probleem võib tekkida kraavide, veekogurite jt kaeveõõnte rajamisel väljaspool mäeeraldise piire.

Kehtiv tava ei soosi avamiskaeveõõne rajamist väljaspool mäeeraldist, kuid võiks, sest enamasti aitab see vähendada maavara kadu.

Kaevandamistaristu rajamine väljaspool mäeeraldist toimub kaevandamisloa (projekti) või ehitusloa alusel.

Maavara väljamine on mäetöö tegevus, mille käigus maavara eemaldatakse looduslikust olekust. Setendite (liiv, kruus, savi) korral kasutatakse ekskavaatoreid, mõningatel juhtudel ka laadureid või buldoosereid. Kaljuste kivimite (lubjakivi, dolokivi) väljamiseks on vaja need enne laadimiskõlblikuks muuta – raimata, kobestada. Raimamise alla kuulub puuraukude puurimine, kivimi lõhkamine või tükkideks lõhkumine, plokkideks murdmine, mehaaniline kobestamine, piikamine (= hüdrovasaraga kobestamine), rebimine (= ripperiga kobestamine); koorimine (= freesimine); lõikamine lõiketerade, -kettide, või -ketastega, ekskaveerimine jm.

Kuna mäetöö mõjutab kaevandamisala lähikonna väljamata jäävaid setendeid ja kivimeid, tuleb korrastamist kavandades ja tehes teada ja arvestada raimamise erisusi.

Väljamise käigus saadakse kaevis, mida kaljuste kivimite puhul nimetakse ka murruks ja põlevkivikaevurite keeles mäemassiks. Kaevis võib olla kohe kaubastatav või nõuda täiendavat töötlemist.

Koristustöö ehk koristamine on mõiste, mida mäenduses kasutatakse peamiselt allmaakaevandamisel. Sisuliselt on see kaevise kokkulükkamine ja laadimine transpordivahendile, mis toimub ka avakaevandamisel. Laiali paiskunud kaevise või lasude, kuhilate ja puistangute põhjade kokkulükkamiseks kasutatakse

buldoosereid või laadureid ning laadimiseks laadureid või ekskavaatoreid. Lühikeste vahemaade korral võib kõiki koristusoperatsioone teha üksnes laaduriga. Mobiilse purustus-sortimissõlme korral või laadida ka otse, üksnes ekskavaatoriga.

Korrastamine, millele järgnevas keskendutakse, võib toimuda väljamise ja koristustöödega samal ajal või hiljem. Mäetöö osa korrastamisest moodustab peamiselt tehniline korrastamine.

Ka muud maavara kaevandamisel tehtavad tööd – ettevalmistamine, kaevise transport, töötlemine ja rikastamine, veekõrvaldus, jäätmekäitlus jms, mis ei ole otseselt mäetööd – võivad oluliselt mõjutada kaevandatud alade korrastamist.

Ettevalmistamise all peetakse eelkõige silmas metsa raadamist ja kaevandamiseks vajaliku taristu rajamist. Tööde maht ja järjekord sõltuvad karjääride iseloomust ja võivad erineda. Kuid igal juhul on ettevalmistamine seotud ja peab arvestama karjääri avamise mooduse ja koha valikuga ning seetõttu avaldab korrastamisele suurt mõju.

Transpordis eristatakse kolme peamist operatsiooni: lähivedu (= tarimine), pikivedu mööda tasandeid ja tõstet üles või alla. Siin peame transpordi all silmas üksnes vedu kaevandamisala piires. Toodete vedu tarbijale kaevandamise koosseisus ei käsitleta. Samas võib ka toodete väljaveol olla oluline seos korrastamisega, sest tegemist on ühe viimase tööprotsessiga, mis võib kesta ka pärast kaevandamise lõppemist.

Vedu toimub vahetult ees (= töökohas) ja sealt välja mööda kaevikuid ning laugeid kallakuid (< 18°), kasutades karjääri- ja/või maanteekallureid, liigendkallureid või laadureid. Harvem kasutatakse kaevandusraudteed või -konveiereid.

Tõste on protsess, millega kaevis toimetatakse kaevandusest, mõnikord ka sügavamatest karjääridest välja, kui tee kalle on suurem, kui veokitele ja konveieritele sobib (> 18°), või kujuneks liiga pikaks. Ehitusmaavarade kaevandamisel ei ole Eestis tõstet üldiselt vaja läinud.

Kaevise rikastamine, ka eeltöötlemine on maavarade kaevandamise töö, mille tulemusel tekib valmistoodang. Rikastamise eesmärgiks on kaevise kvaliteedi tõstmine. Peamisteks töödeks on sõelumine, purustamine ja pesemine. Neid võib teha eraldi või kombineeritult.

Mistahes töötlemisel tekib jääke. Kaevise jääkide käitlemine peab olema reguleeritud jäätmeloas.

Märkus: jäägid ja jäätmed on eri asjad. Kui kaevandamise tehnoloogia ei näe ette tootmisel tekkivate jääkide kasutamist, muutuvad nad jäätmeteks. Jäätmepuistangud, nii need, mis on tekkinud kooskõlas jäätmekava ja/või jäätmekäitluse projektiga, kui ka illegaalsed ja hüljatud, on korrastamise tavaline objekt.

Veekõrvaldus (= veeärastus) on maavarade kaevandamise tavaline töö, eelkõige lubjakivi- ja savikarjäärides. Ka liiva- ja kruusakarjäärides tuleb ette, et vett peab ära juhtima või pumpama liigse sademevee eemaldamiseks või põhjavee taseme alandamiseks.

Kaevandamise lõpetamisel veekõrvaldus seisatakse ja seejärel hakkab põhja- ning pinnaveetaseme taastumine kujundama korrastamise tingimusi ning ootusi. Isevoolse veekõrvalduse puhul tuleb korrastamise projekteerimisel analüüsida veeärastussüsteemi säilitamise tarvidust. Vajaduse korral tuleb ette näha veekõrvalduse säilitamine.

Kõik mäetööd on tehnilist laadi ja nende rakendamist korrastamisel on käsitletud üldisemalt peatükis Ehitusmaavarakarjääride tehniline korrastamine.

2.1.1. Kaevandamise tingimused

Sõltuvalt maavara kihi paksusest käsitletakse ühe või mitme astanguga kaevandamist. Kaevandamise tehnoloogia valikut mõjutavad maavara füüsikalised omadused. Pudedate setete puhul kasutatakse lihtsamaid meetodeid, kaljuste kivimite puhul on kasutusel keerukamad ja kombineeritud meetodid.

Kasuliku kihi lasumissügavus määrab avakaevandamise viisi. Lasumissügavus ei ole Eestis olnud seni suur – maksimaalselt 20...30 meetrit maapinnast, harva rohkem. Sõltuvalt maavara kihi paksusest (alates 2...3 m kuni 20 m) toimub ühe või mitme, tavaliselt kahe astanguga väljamine. Põhjavee tase mäeeraldises määrab, kas töö toimub ülalpool põhjavee taset või vee sees. Viimane asjaolu tingib vähemalt kaheastmelise väljamise: esmalt nn kuiv astang ja seejärel märg.

Mäeeraldist ümbritsevad pinnaveekogud, teedevõrk ja hooned mõjutavad mäetöid, tekitavad piiranguid, määravad tehnoloogiliste protsesside iseloomu, avamiskoha ja suuna, juurdeveotee paiknemise, purustus-sortimissõlme ning valmistoodangu lao asukoha. Mäetööde projekteerimisel tuleb arvestada, et karjääri korrastamistöödega saaks alustada võimalikult vara, ja vältida ebaotstarbekaid tegevusi.

Juba mäetööd alustades võiks kaevandajal olla korrastamise kava eelprojekti või projekteerimisülesande mahus.

2.1.2. Maavara (ava)kaevandamise viisid ja tehnoloogilised protsessid

Arvi Toomik, Enno Reinsalu, Helis Vahtra

Kõiki ehitusmaavarasid on Eestis seni väljatud (v.a Piusa liivakaevandus) avameetodil, mis tähendab, et kaevandamise tagajärjel tekib karjäär. Ava- ehk pealmaakaevandamist tehakse siis, kui maavara katend on õhuke ning selle eemaldamine ei ole liiga kulukas. Valdav on aukkaevandamise viis, kus pärast maavara kaevandamist ja korrastamist jääb maastikku süvend ehk kaeveõõs. Kaevandamismeetodi valikul (rajatava uue karjääri puhul) tuleb arvestada selle korrastamisega – kui palju saab kasutada katendi materjali ja kuidas käidelda inertseid jääke, mis sobivad korrastamismaterjaliks.

Kaevandatud ala korrastamise tegevused sõltuvad maavara kaevandamise viisist.

Järgneva kaevandamisviiside ülevaate koostamisel on kasutatud Enno Reinsalu, Arvi Toomiku ja Ingo Valgma raamatut „Kaevandatud maa“. (Reinsalu *et al.*, 2015)[25]

25 Raamat „Kaevandatud maa“, https://digi.lib.ttu.ee/i/?2215

Vaalkaevandamine

Kui katend tõstetakse ekskavaatoriga või lükatakse buldooseriga vaalu sinna, kust maavara äsja väljati, on see vaalkaevandamine ehk vaalkaevandamisviis (*open-cast mining*). Ehitusmaavarade kaevandamisel vaalkaevandamist üldiselt ei kasutata. Mingil määral võivad sarnased tunnused olla ehituskivi murdmisel, kui murdmisel tekkiv mitteturustatav kivim heidetakse tühjaks kaevandatud karjääri osasse.

Aukkaevandamine

Kui katend lükatakse või veetakse karjääri kõrvale või sellest eemale ning väljatud maavara kohale jääb auk, siis selline kaevandamisviis on aukkaevandamine (*open-pit mining*) (Pilt 2.1).

Neid kaevandamisviise võib nimetada karjäärkaevandamiseks, ka turbaauku võib nimetada karjääriks.

Pilt 2.1. Aukkaevandamine.
Eivere lubjakivikarjäär: N 58°58’31,8’’; E 25°34’32,4’’
Foto: Peeter Koll; 07.10.2016

Väljakkaevandamine

Kui lasundilt eemaldatakse katend ja paljandatud alal toimub maavara väljamine n-ö koorimisena (enamasti turbatootmine), ei sobi seda auguks nimetada. Sel juhul kasutatakse mõistet väljakkaevandamine.

Vee seest kaevandamine

Vee seest (vee alt) kaevandamine võib toimuda nii meres ja järvedes kui ka tehisveekogudes, kus kaevandamine toimub põhjavee taset alandamata. Sel juhul ammutatakse maavara ujuvvahendite abil, pinnasepump-süvendajatega (Pilt 2.6). Madalama veekogu puhul kaevandatakse võimaluse korral vee seest ka pika noolega pöördkopp-ekskavaatori või greiferiga (= haardkopaga), mis paikneb kõrgemal kuival astangul või pontoonil. Lisaks eelnimetatule võib vee seest kaevandada ka *bagger*'ite ja *draglain*'idega.

Vee seest kaevandamise puhul on korrastamise tarvis kehtestatud nõuded veealusele nõlvale kaevandamise koha tekkest sõltumata. Tehisveekogude (karjääride) korrastamisel on sellest lähtutud, kuid meres ja looduslikes järvedes korrastamise kogemus Eestis puudub. Küll aga kehtivad selle kaevandamisviisi kasutamise ja võimaliku korrastamise puhul piirangud, mis lähtuvad kalade kudemise, hüljeste poegimise ning lindude rände ja talvitumise ajast.

Tehnoloogilised protsessid

Tavaliselt eemaldatakse katend mitmes järgus: esmalt kooritakse muld ja käideldakse edasiseks kasutamiseks, siis eemaldatakse mullaalused puistesetted, ja kui on ka kaljust katendit, siis lõpuks ka see. Katendi materjalid töödeldakse ja realiseeritakse või ladustatakse eraldi vabale pinnale (karjääri teenindusmaale) ja säilitatakse korrastamiseks.

Kaljused kivimid kobestatakse (= raimatakse) üldjuhul puur-lõhketöödega (Pilt 2.2 ja Pilt 2.3), tundlike objektide läheduses valitakse piikamine (mehaaniline meetod, tavaliselt hüdrovasaraga, Pilt 2.4), et vähendada vibratsiooni mõju, kuid see suurendab müra. Kobestatud kaevis koristatakse tööest buldooseri ja ekskavaatoriga või laaduriga, laaditakse kallurautodele ning veetakse purustus-sortimissõlme.

Pilt 2.2. Puurtööd lõhkamiseks.
Aru-Lõuna lubjakivikarjäär: N 59°26’14,3’’; E 26°28’49,1’’
Foto: Peeter Koll; 03.10.2016

Pilt 2.3. Lõhkamine dolokivikarjääris.
Tagavere dolokivikarjäär: N 59°21’14,3’’; E 24°43’18,8’’
Foto: Aadu Niidas; 30.05.2016

Pilt 2.4. Hüdrovasaraga piikamine.
Tondi-Väo lubjakivikarjäär: N 59°25’51,5’’; E 24°54’57,0’’
Foto: Ole Sein; 06.09.2016

Peale puurlõhketööde ja piikamise kasutatakse karbonaatkivimite raimamiseks veel soonimist (= saagimist) ja murdmist. Soonimiseks kasutatakse soonurit ning massiivist eraldamiseks murtakse kivimi plokk kas piikamise või lõhkamise abil, kuid ka käsitsi kiilude abil. Eesmärk on saada võimalikult rikkumata kujul kivim, mida kasutatakse dekoratiiv- ja viimistluskivina.

Liiva ja kruusa väljatakse vahetult ekskavaatoritega, liiva ka buldooseritega (Pilt 2.5) ning veetakse purustus-sortimissõlme, kus valmib toodang. Purustus-sortimissõlmes kruus purustatakse ja sõelutakse fraktsioonidesse, liiv suunatakse kohe sõelumisse. Valmis toodang ladustatakse, et seda tarnida tellijale partiidena. Liiva vee seest kaevandamisel kasutatakse pinnasepumpa (Pilt 2.6), mille abil kaevis pumbatakse pulbina hüdropuistangule (= (liiva)kaardile), kus vesi valgub tagasi veekogusse. Pärast maavara kuivamist transporditakse materjal tellijale.

Pilt 2.5. Liiva väljamine buldooseri ja ekskavaatoriga.
Huntaugu III liivakarjäär: N 59°25’19,0’’; E 25°22’19,3’’
Foto: Peeter Koll; 14.10.2016

Pilt 2.6. Liiva väljamine pinnasepumbaga.
Männiku II liivakarjäär: N 59°21’14,3’’; E 24°43’18,8’’
Foto: Peeter Koll; 26.08.2016

Savimaardla avatakse kattepinnase eemaldamisega. Seejärel rajatakse avamistranšee (= avamiskaevik). Savi kui tihke materjali ammutamine toimub ekskavaatoritega, suhteliselt madalate (kuni 2 m) astangutena. Vajaduse korral kasutatakse savilasundi eelnevat kobestamist. Aseri savikarjääris on kasutusel klassikaline multikopp (Pilt 2.7).

Pilt 2.7. Savi ammutamine multikopaga.
Aseri savikarjäär: N 59°27’32,1’’; E 26°52’08,9’’
Foto: Peeter Koll; 03.10.2016

Kirjeldatud tehnoloogiliste protsessidega kaasneb keskkonnamõju. On keskkonnamõju, mida piiratakse kindlate piirnormidega (müra, tolm, vibratsioon, heitgaasid) ja on mõju, mida saab leevendada korrastamisega (maastiku ilme kujundamine, veerežiimi muutmine, bioloogiline korrastamine jmt).

2.1.3. Kaevandamise lõpetamine

Enno Reinsalu, Erki Niitlaan, Ole Sein

Kehtiva õiguse ja mäetööstuse hea tava kohaselt peab kaevandamine lõppema kaevandamiseks kasutatud maa korrastamisega ning andmisega edasiseks kasutamiseks. Praktikas tuleb ette, et kaevandamise lõpetamine võib olla ajutine või lõplik, juriidiliselt korrektne või mitte. Tehakse töid, mille erisusi järgnevalt selgitatakse.

Lõpetamine

Lõpetamine ehk karjääri sulgemine on mäetöö lakkamise kõige ulatuslikum vorm, milles tuleb korrastamise kõrval näha ka majanduslikke ja sotsiaalseid aspekte. Eriti tekitab probleeme suurte mäeettevõtete sulgemine, mis mõjutab riigi, piirkonna või kohaliku omavalitsuse tulubaasi, tööhõivet, üldist keskkonnaseisundit, sotsiaalset olukorda ja kestlikkust tervikuna. Enamasti jääb suurtest ettevõtetest maha arvestatav taristu (teed, raudteed, elektri- ja sideliinid, alajaamad, vee- ja kanalisatsioonivõrk, paljud eriotstarbelised hooned jms). Sageli on suured tööstusettevõtted osutanud kohalikele elanikele teenuseid, näiteks vesi ja kanalisatsioon, kaugküte, elektrienergia, mis peavad saama lahendatud uuel kujul. Lahendamist vajavate probleemide hulka kuulub ka kaevandamisrajatiste lammutamine või kohandamine edasiseks kasutamiseks. Tulemuseks peab olema jäänukkaeveõõnte ja rajatiste igakülgne ohutus, looduskoosluse taastumine, kõigi majanduslike, sotsiaalsete ja keskkonnahoiu aspektidega arvestamine.

Kui kaevandamisväärne maavara on väljatud jäägitult, loetakse suletud kaevandamiskoht ammendatuks, kui mitte, kuulub lõpetamise protseduuride hulka ka jääkvaru hindamine ja tagastamine. Seega hõlmab sulgemine mitme probleemi lahendamist, milleks on vaja teha uuringuid, hinnanguid, projekte jms. Korrastamine ja selle projekteerimine on ainult üks sulgemise osa.

Kui kaevandamist ei lõpetata heaperemehelikult ega õiguskuulekalt, on see taunitav. Sellist tegevust võib nimetada hülgamiseks, mida paratamatult esineb.

Peatamine

Vahel märgatakse, et mõnes kaevandamiskohas ei tehta mäetööd pikemat aega. Sel juhul võib karjäär olla seisundis, mida aastail 2003–2016 kehtinud kaevandamisseadus käsitles kaevandamise peatamisena. Toonases käsitluses oli tegemist projektipõhise tegevusega, mis võis olla ajutine või pikaajaline. Mõlema variandi puhul tuli teavitada sellest Tehnilise Järelevalve Inspektsiooni ja teisi asjast huvitatuid.

Ehitusmaavarade puhul ei ole kaevandamise peatamise õiguslik reguleerimine põhjendatud ning seetõttu on sellest juriidilises tähenduses loobutud. Tavaliselt töötabki enamik ehitusmaavarakarjääridest hooajaliselt. Erilähenemist nõuab peatamine üksnes suurte ja laialdase mõjuga mäeettevõtete puhul. Ka nende puhul tuleb teada, et mäetööde seiskamist seadmete remondiks või objekti tehniliseks korrastamiseks ei loeta peatamiseks.

Enamasti peatatakse mäetöö majanduspõhjustel, näiteks kui mõneks ajaks kaob turunõudlus. Sel juhul karjääri ei suleta, vaid jäetakse võimalus olude paranemisel tootmist jätkata või kui need ei parane, siis mäeeraldis korrastada. Nagu kaevandamise lõpetamisel, nii tuleb ka peatamisel tagada kaevandamiskohal inimese, vara ja keskkonna ohutus ning väljamata jäänud maavara hilisem võimalik kaevandamine. Kuna kaevandamise peatamiseks projekti enam ei nõuta, tuleks vahelduvas režiimis töötavates karjäärides peatamist käsitleda kaevandamise projektis.

Pilt 2.8. Peatatud mäetöö.
Ülgase seiskunud savikarjäär: N 59°29’43’’; E 25°04’59’’
Foto: Enno Reinsalu; 13.04.2004

Näiteks avati Ülgase savikarjäär, et tarnida Jõelähtme prügilale vettpidavate vahekihtide moodustamiseks vajalikku materjali. Prügila savivajadus ei ole pidev, liiati kasutati vahepeal vahekihtide moodustamiseks vajalikku samasuguste omadustega savi, mida saadi vundamendisüvendist Muuga sadama lähistel

Kabelikivi juures (N 59°29’13’’, E 24°56’53’’). Nüüd eeldatakse, et kui prügilas hakatakse savi uuesti vajama, pumbatakse vesi Ülgase karjäärist kas osaliselt või täielikult välja, et tarnida sealt parasjagu vajaminev kogus savi.

Pilt 2.9. Korrastatud, peatatud ja hüljatud karjäär.
Malvaste liivakarjäärid: N 59°01’51,10’’; E 22°35’18,08’’
Foto: Ole Sein; 25.07.2016

Pildil: vasakul serval korrastatud ala – karjääri nõlvad on tasandatud ja põhi tõstetud. Ees paremal on maavara põhjavee tasemeni väljatud ja see karjääri osa on hüljatud. Taga paremal, peatatud mäetööde alal, on nõlvad korrastamata.

Praktikas ei ole võimalik kindlaks teha, kas ettevõtja kava ja/või lootus peatatud kaevandamist jätkata on põhjendatud ja siiras. Õigusaktid ei sätesta, kui pikka kaevandamise katkestamist (ajavahemikku) loetakse peatamiseks.

Kui kaevandamine on peatatud, ei tohiks keskkonnahoiu seisukohalt viivitada otsusega, kas maavaravaru edasine kaevandamine selles kohas on üldse otstarbekas. Kui ei, tuleb karjäär sulgeda ja korrastada. Kui jah, siis tuleb korrastamisel arvestada vajadusega kaevandamist jätkata.

Hülgamine

Õigusvastane kaevandamise lõpetamine on hülgamine ning enamasti tähendab see loa omaja ühe või mitme kohustuse, sh korrastamiskohustuse täitmatajätmist. Kaevandamiskoha saab lugeda hüljatuks, kui kaevandamise loa omaja vastu puudub nõudeõigus, seda eelkõige juriidilisest isikust loa omaja pankroti või füüsilisest isikust loa omaja surma või teovõimetuse korral. Juriidilise isiku pankroti korral püütakse korrastamist finantseerida pankrotivara müügist saadavate tulude abil, kuid eelkõige püütakse leida uus ettevõtja, kes kaevandamist jätkaks ja võtaks sellega üle ka korrastamiskohustuse. Eramaa korral oleneb palju maaomaniku soovist.

Hüljatud kaevandamiskohas tuleb tuvastada, kas mäeeraldise varu on ammendatud ning kas see asub riigi- või eramaal.

Pilt 2.10. Vastutusvõimetu isiku hüljatud kruusaauk Viiratsi vallas.
Pata kruusaauk: N 58°19’59,0’’; E 25°41’59.08’’
Foto: Ole Sein; 11.06.2011

Tavaliselt hüljatakse karjäär majanduspõhjustel. Kuid karjäär võidakse maha jätta ka suurema avarii (uputuse, reostuse, tulekahju) tõttu või olulise maapõuehäiringu ilmnemisel. Kui seejuures leitakse, et jääkvaru on minetanud kaevandamisväärsuse, tuleb kuulutada karjäär ammendatuks. Kui praegu kehtivas seadustikus on reguleeritud, kuidas hüljatud kaevandamiskoht siiski korrastada, siis ajalooliselt hüljatud karjääride puhul on see täpselt

reguleerimata. Eelkõige puudutab hüljatud karjääride korrastamise regulatsioon riigile kuuluvat maad, mille korral peab riik kaevandatud maa korrastama. Eraomandis hüljatud karjääride korrastamist tuleb nõuda eelkõige juhul, kui need kujutavad ohtu külgnevate maatükkide sihipärasele kasutamisele, keskkonnale või on teadmatusest laialdaselt avalikus kasutuses. Hüljatud karjääri näiteks on Pilt 2.10 – kruusaaugu pervelt voolab alla teedeehitajate pärand, päikesesoe bituumen.

2.1.4. Kaevandamisala looduslik taastumine ja saneerimine

Enno Reinsalu, Erki Niitlaan

Looduslik taastumine

Looduslik taastumine (= loodustumine) on spontaanne protsess, mis leiab aset, kui karjäär on hüljatud või kaevandamine on olnud pikka aega peatatud. Seda võib näha ka karjääri osades, kus pikka aega ei ole mäetöid enam tehtud. Sellistel aladel hakkavad avalduma iseeneslikud keskkonnaprotsessid, mille tagajärjel tekivad uued, sageli mitmekülgsed kooslused. Tavaline on ajutiste veekogude (lompide) muutumine pikaajalisteks ja karjääri nõlvade, põhja ja puistangute kattumine taimestikuga. Sellist maastikku hakkavad asustama esmalt pioneerliigid[26], hiljem kahepaiksed, roomajad, lindudest kaldapääsukesed ja veelinnud ning veelgi hiljem imetajad.

Looduslik taastumine on maavarade kaevandamisega, aga ka mistahes muul viisil muudetud maa iseeneslik kohanemine uue olukorraga ilma inimese kaasabita.

Looduslikult taastunud maa mikroreljeef ning taime- ja loomakooslus erineb märgatavalt ümbritsevast maastikust. Majanduse seisukohalt on see jäätmaa, kuid looduskoosluse poolest tihti huvitav (Pilt 5.37, Pilt 6.10).

26 *Pioneerliik* – taimestumata alade esmasasustaja (Masing, 1992).

Paljudel juhtudel võib osutuda mõistlikuks loodustumist toetada rikutud maa keskkonda sulandamise nimel. Neis hüljatud karjäärides, kus rajatisi oli vähe ja kuhu pole massiliselt toodud jäätmeid, on täheldatud, et pärast mõningast korrastamist (= saneerimist) on ammendatud kaevandamisala kujunenud mõnede liikide jaoks või ka mõne koosluse (nt loopealne) jaoks isegi väärtuslikumaks paigaks, kui see oli enne kaevandamist (Pilt 2.11, Pilt 2.12). Pildil kujutatud hüljatud kivimurd eristub sisemaale tungiva klindiastanguna. Paemurrust alla sadamasse viidud tõstekallakule on ehitatud trepp.

Vaata ka peatükki Looduslikule taimestumisele jätmine kui korrastamisvõte.

Saneerimine

Kaevandamise kontekstis on saneerimine kas hüljatud või kauemaks peatatud karjääri (või selle osa) heakorrastamine. Tavaliselt ei saneerita projekti alusel. Hüljatud karjääris on saneerimine kõige hädapärasemate korrastamistööde tegemine, et vähendada mistahes keskkonnamõju ja tagada ohutus (Pilt 2.12). Kaevandamisloaga karjäärides täidab saneerimine sama eesmärki ning seda võib käsitleda eelkorrastamise või korrastamiseks ettevalmistamisena. Saneerimisele tuleks pöörata tähelepanu näiteks pikka aega tegutsevates ja suurt territooriumi hõlmavates karjäärides. Näiteks ei ole enamikku veekõrvaldusega karjääre võimalik kohe lõplikult korrastada. Saneerimisega tuleks tagada kaevandatud maa üldine heakord kuni veekogu tekkimiseni.

Saneerimine on karjäärimaastiku mõõdukas, looduslikku taastumist soodustav korrastamine – tehnogeense ja bioloogilise rämpsu koristamine, mille eesmärk on rikutud maa keskkonda sulandumise ohjamine parima tulemuse nimel.

Hüljatud karjäärides, kus on vähe kaevandusrajatisi ja kuhu pole toodud jäätmeid, võib ka saneeritud maastik osutuda väärtuslikus, koosluste mõistes vahel isegi väärtuslikumaks, kui see oli enne kaevandamist või oleks viljelusmaana.

Pilt 2.11. Loodustunud kallasmurd, „Muraste paeplats“.
Muraste: N 59°27’24’’; E 24°28’30’’
Foto: Enno Reinsalu; 01.04.2009

Pilt 2.12. Lasteaia mängumaa saneeritud paemurrus.
Lasnamäe: N 59°27’09’’; E 24°51’58’’
Foto: Enno Reinsalu; 25.10.2013

3. KORRASTAMISE ÕIGUSLIK REGULATSIOON, PLANEERIMINE JA PROJEKTEERIMINE

Erki Niitlaan, Liis Keerberg, Enno Reinsalu, Heiki Kalberg

3.1. Kaevandamisalade korrastamise õigusliku regulatsiooni kujunemine

Enno Reinsalu, Liis Keerberg

Kaevandatud alade korrastamist hakati Eestis nõudma eelmise sajandi kuuekümnendatel aastatel. Kaevandatud ala tarbimisväärtuse taastamist käsitleti rekultiveerimisena. Esmalt koostati tööstusharude juhendid, mida nõudis ENSV maapõuekoodeks. Põlevkivitööstusel olid eelmisel sajandil

- 1970. aastatel koostatud karjääride metsastamise juhend, vene keeles;
- Aidu karjääri kogemusel 1981. aastal koostatud põllumaaks rekultiveerimise juhend, vene keeles;
- 1985. aastal välja antud ühine põlevkivikarjääride rekultiveerimise juhend, esmalt vene, siis eesti keeles.

Samal ajal korrastati Maardu fosforiidikarjääri kaevandatud alasid ning koostati sellekohane ametkondlik instruktsioon. Tolleaegsed juhendid sisaldasid palju ettekirjutusi, nõudeid ja numbrilisi tingimusi, mida tuli täita. Mõned nõuetest osutusid ülemäära rangeks, seejuures ei olnud arvväärtuste juures arvestatud looduslikest oludest tulenevat tolerantsi, lubatavat mõõtemääramatust, mistõttu praktikasse nad ei juurdunud (Reinsalu, 2016b).

Esimesed juhendid ehitusmaavarakarjääride ja turbatootmisalade korrastamiseks koostas Eesti NSV Põllumajanduse Ministeerium vastavalt 1972. ja 1977. aastal. Geoloogiliste töödega rikutud maa ja häiritud maapõue korrastamise juhised, näiteks nõuded puuraukude sulgemiseks, olid olemas geoloogilistes ametkondades.

Jaanuaris 1991, üleminekuperioodil enne Eesti taasiseseisvumist, kehtestas Vabariigi Valitsus määruse „Maapõue kasutamise kohta“, millega kuni uute

rakendusaktide vastuvõtmiseni jäeti kehtima osa seniseid reegleid, mis uute seadustega vastuollu ei läinud. Näiteks „Maakasutaja oma tarbeks maavarade kaevandamislubade väljaandmise ja karjääride korrastamise juhend“ („Maapõue kasutamise kohta“, 1991).

1994. aasta novembris võttis riigikogu vastu maapõueseaduse, milles sätestati kaevandamisega rikutud ala rekultiveerimise kohustus ning varalise tagatise nõue selle täitmise kindlustamiseks. Tagatissumma suuruse ja tasumise korra kehtestamine oli kohaliku omavalitsuse pädevuses, mille teadaolevalt kehtestas ainult mõni üksik omavalitsus. Seaduse rakendussätetega tunnistati kehtetuks seni maapõue kasutamist reguleerinud ENSV maapõuekoodeks. (Maapõueseadus, 1994)

Maapõueseaduse rakendusaktina kehtestati 1995. aastal väga üksikasjalik, kõiki tootmisharusid hõlmav pealmaakaevandamisega rikutud maa rekultiveerimise kord (Eesti Vabariigi keskkonnaministeerium, 1996), mida hiljem mitu korda täpsustati (kaevandamisalade rekultiveerimise kordade kinnitamine, pealmaakaevandamisega rikutud maa rekultiveerimise kord, turba tootmisalade rekultiveerimise kord, 1996). Paljud tolleaegsed sätted on kandunud üle ka praegu kehtivatesse õigusaktidesse. Varasemad normatiivdokumendid olid kantud eelmise majanduskorra juhendipõhisest ideoloogiast ja sisaldasid nõuetes põlevkivitööstuse juhendite puudusi. Allmaakaevandamisega rikutud maa rekultiveerimise korraldamine jäi maapõueõigust haldaval ametkonnal unarusse, kuigi 1995. aasta maapõueseadus seda nõudis.

Normatiivdokumente uuendati põhjalikult 2005. aastal. Alates 2016. aastast kehtib uuendatud maapõueseadus. Uue seaduse jõustumisega kaotas kehtivuse kaevandamisseadus, mille olulisemad sätted integreeriti maapõueseadusega.

3.2. Uuringuruumi teenindusalade korrastamise õiguslikud nõuded

Liis Keerberg

Korrastamise aeg ja vajalikud tööd

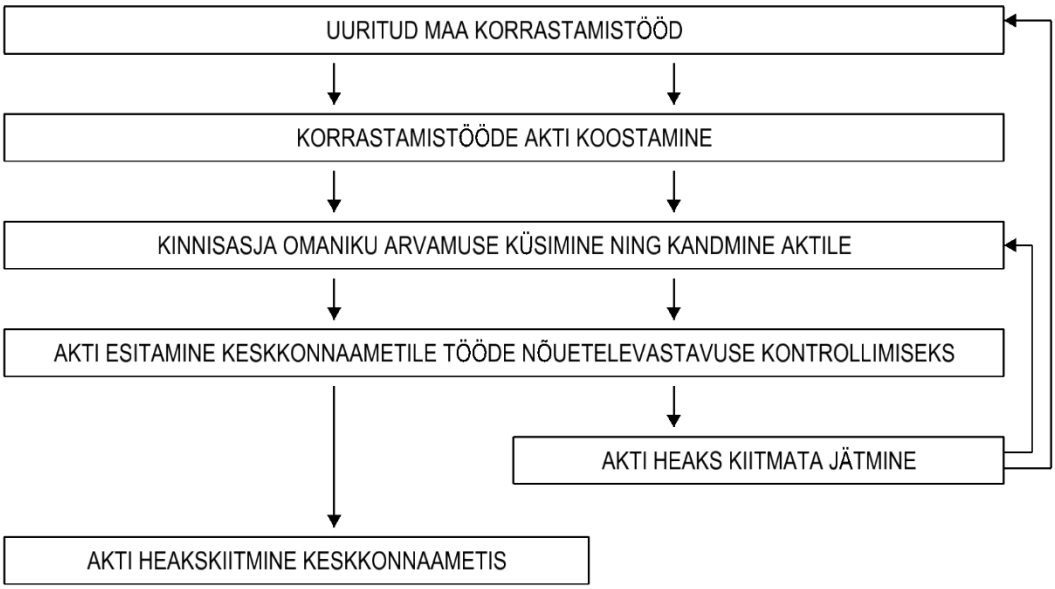
Üldgeoloogilise uurimistöö või geoloogilise uuringuga muudetud ala (uuritud ala) peab korrastama tehnoloogia seisukohalt otstarbekal ajal, kuid enne geoloogilise uuringu aruande esitamist kinnitamiseks. Kui aruannet kinnitamiseks ei esitata, siis enne vastava loa kehtivuse lõppemist.

Uuritud maa korrastamiseks likvideeritakse või kohandatakse asupaiga keskkonnaga üldgeoloogilise uurimistöö, geoloogilise uuringu käigus tehtud kaevandid, puuraugud ja muud rajatised (Maapõueseadus, 2017, § 80).

See tähendab uurimistöödele eelneva olukorra võimalikult täpset taastamist nii maapõues kui ka maapinnal. Täpsemad tehnilised nõuded puuraukude ja kaevandite sulgemise kohta on sätestatud keskkonnaministri määruses nr 12 „Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa korrastamise akti sisu ja vorm“ (Keskkonnaministri määrus, 2017).

Tööde vastuvõtmine

Uuritud maa korrastamise kohta koostab korrastamistöö tegija akti (Keskkonnaministri määrus, 2017, lisa 4) ja küsib selle kohta ka korrastatava maa omaniku arvamust. Akt tuleb esitada keskkonnaametile ning juhul, kui uuritud maa on korrastatud nõuetekohaselt, kiidab keskkonnaamet akti heaks ja loeb sellega korrastamiskohustuse täidetuks (Maapõueseadus, 2017, § 86).



Pilt 3.1. Uuritud ala korrastamise protsess.

Korrastamise tagamine

Kui töid ei ole tehnoloogia seisukohalt otstarbekal ajal alustatud, võib keskkonnaamet teha loa omanikule ettekirjutuse, mille täitmatajätmisel rakendatakse sunnivahendeid (sunniraha või asendustäitmist).

Korrastamiskohustus säilib ka juhul, kui luba on kehtivuse kaotanud või kehtetuks tunnistatud. Kui sama maavara uurimine samas uuringuruumis jätkub teise loa alusel, läheb korrastamiskohustus üle uue loa omajale. Ent kui luba omav juriidiline isik likvideeritakse, korraldavad uuritud maa korrastamise kohustuse täitmise likvideerijad. (Maapõueseadus, 2017, § 80; § 84)

Kui kinnisasja omanik ei peaks pärast üldgeoloogilise uurimistöö loa või uuringuloa kehtivuse lõppemist korrastamistegevust oma kinnisasjal lubama, läheb selle kinnisasja korrastamise kohustus üle kinnisasja omanikule endale. Uuritud maa korrastamise töid tuleb tal alustada aasta jooksul pärast kohustuse üleminekut. (Maapõueseadus, 2017, § 85)

Sarnaselt kaevandamisala korrastamisega on ka uuringualade korrastamise puhul reegel, et kui kolme aasta jooksul pärast akti heakskiitmist ilmnevad alal korrastamisnõuete eiramisest tulenevad keskkonnakahjustused, mida ei olnud võimalik korrastamise heakskiitmisel ette näha, tehakse korrastamise eest

vastutanud isikule ettekirjutus kahjustuste kõrvaldamiseks. (Maapõueseadus, 2017, § 88)

Juhul, kui ettekirjutusi ei täideta, võib nõuda sisse sunniraha kuni 3200 eurot uuringuruumi ja uuringuruumi teenindusala hektari kohta (Maapõueseadus, 2017, § 111 lg 3).

3.3. Karjääride korrastamise kehtivad õiguslikud nõuded

Liis Keerberg, Erki Niitlaan

Korrastamise kavandamine ja kaasamine

Kaevandamisega muudetud maa korrastamise kavandamine algab juba kaevandusloa taotluse etapis, kui keskkonnaametile tuleb kõigi muude dokumentide kõrval esitada ka ala järelkasutuse kontseptsioon, anda infot tehnilise ja bioloogilise korrastamise tööde ning veerežiimi kujunemise kohta, esitada korrastamistööde eeldatav maksumus ning lisada korrastatava maa plaan (Maapõueseadus, 2017, § 50 lg 3 p 4, lg 4).

Kas korrastamine valmistatakse ette juba varakult loa taotlemise käigus ja see toimub paralleelselt mäetöödega või korrastatakse ala kaevandamise lõppfaasis, sõltub ettevõtja valikust ja võimalustest.

Maapõueseaduse kohaselt tuleb ala korrastada tehnoloogia seisukohalt otstarbekal ajal, kuid enne kaevandamisloa kehtivuse lõppemist (Maapõueseadus, 2017, § 80 lg 1; § 84 lg 2).

Üldjuhul menetletakse kaevandusluba **avatud menetlusena**. Kaevandusloa taotlusest ja selles protsessis kaasarääkimise võimalusest annab keskkonnaamet teada Ametlikes Teadaannetes[27] ning kohalikus või maakonnaajalehes. Kui tegemist on arendusega, mis mõjutab laiemat piirkonda või kogu riiki, siis ka

27 Vt täpsemalt „Keskkonnalubade teated“, https://www.ametlikudteadaanded.ee/

üleriigilise levikuga ajalehes. Taotluse avalikul väljapanekul saab korrastamise kontseptsiooniga tutvuda, esitada seisukohti ja küsimusi. Avaliku väljapaneku minimaalne kohustuslik kestus on kaks nädalat. (Keskkonnaseadustiku üldosa seadus, 2016, § 47; § 48)

Korrastamisprojekt

Korrastamistegevuse aluseks on **korrastamisprojekt** ning selle sisuliseks lähteülesandeks korrastamistingimused,[28] mille esitab kaevandamisloa omajale keskkonnaamet. Sama asutus annab ka nõusoleku korrastamisprojekti rakendamiseks.

Korrastamistingimusi esitades lähtub keskkonnaamet keskkonnamõju hindamise soovitustest, kui keskkonnamõju on hinnatud, ja kaevandamisloas määratud korrastamise suunast. Põhjendatud juhul võib lähtuda korrastamistingimusi esitades ka muust korrastamise suunast, kui selle alternatiivse võimaluse mõju on hinnatud või see on lubatav.

Korrastamistingimuste koostamisel küsib keskkonnaamet arvamust maaomanikult ja kohalikult omavalitsuselt, riigikaitselise maa puhul ka kaitseministeeriumilt. Tingimused esitatakse üldjuhul poole aasta jooksul alates sellekohase taotluse saamisest kaevandusloa omanikult. (Maapõueseadus, 2017, § 81)

Ilma projektita, ainult korrastamistingimuste alusel võib korrastada maavara ja maa-ainese või setendi võtmise kohta püsiasustusega väikesaare kohaliku omavalitsuse üksus (Maapõueseadus, 2017, § 104). See on aga erand ning kõigil teistel juhtudel eeldab korrastamine projekti olemasolu. Projektile esitatavad nõuded on sätestatud keskkonnaministri 07.04.2017 määruses nr 12 „Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa korrastamise akti sisu ja vorm“ (Keskkonnaministri määrus, 2017, § 6 lg 2).

28 *Korrastamistingimused* maapõueseaduse mõistes on kogum nõudeid ja soovitusi, mida korrastamise projekteerija ja teostajad peavad järgima. Sisuliselt ja suures jaos moodustavad need korrastamise projekti lähteülesande.

Kuna korrastatava maa järelhooldus on juba maaomaniku ülesanne, peaks maa omanik korrastamistingimuste ülevaatamisel ja kooskõlastamisel arvestama ja läbi mõtlema elluviidava lahenduse järelhoolduse vajaduse, finantseerimise ja korralduse. Eriti aktuaalne on järelhooldus näiteks metsastamisel, kuid ka sihtliikide elupaigatingimuste säilimisel. Kindlasti on eelseisva järelhooldusega arvestamine ka projekteerija ülesanne, eelistama peaks lahendusi, mis on võimalikult hooldusvabad, kui vastupidine ei ole just maaomaniku vms nõue.

Projekti valmimisel esitab kaevandaja selle keskkonnaametile. Amet vaatab projekti üle ning saadab selle hinnangu andmiseks ka Eesti maavarade komisjonile (Maapõueseadus, 2017, § 81). Seaduse mõistes saab korrastama hakata pärast projekti rakendamisele nõusoleku saamist.

Korrastamise projekt tuleb säilitada kaevandamisloa omaja juures vähemalt kolm aastat pärast kaevandatud maa korrastamise kohustuse täidetuks tunnistamist. Kui kohaliku omavalitsuse üksus avaldab selleks soovi, säilitatakse projekti ka kaevandamise asukoha kohaliku omavalitsuse üksuses. Sellisel juhul saadab keskkonnaamet projekti kaevandamise asukoha kohaliku omavalitsuse üksusele pärast projekti rakendamiseks nõusoleku andmist (Keskkonnaministri määrus, 2017, § 9 lg 1).

Keskkonnamõju hindamine korrastamisel

Võrreldes varasema regulatsiooniga ei ole keskkonnamõju hindamine üle 25-hektarise maa korrastamisel enam igal juhul kohustuslik. Korrastamisega kaasneva **keskkonnamõju hindamise** (KMH) vajadust tuleb otsustajal kaaluda eelhinnangus. Keskkonnamõju on võimalik vajaduse korral hinnata ka kaevandatud maa korrastamise projekti koostamise käigus ning sel juhul tuleb KMH aruanne lisada eraldi osana kaevandatud maa korrastamise projekti juurde (Maapõueseadus, 2017, § 137). Kuna karjäärid on väga dünaamilised ja muutuvad elupaigad, kuhu võib kaevandamisperioodi jooksul tekkida ka kaitseväärtuslik elustik, on igal juhul soovitav eelhinnangu või KMH raames korrastatav ala kevad-suvisel ajal inventeerida. Kui mõju hinnatakse, toimub sellega koos ka **avalikkuse kaasamine**, mis annab soodsa võimaluse ala järelkasutuse üle laiemalt arutleda.

Korrastamise suunad ja viisid

Kehtiva korra kohaselt tuleb kaevandatud maa kohandada metsamaaks, veekoguks või muuks tarbimisväärseks maaks või tunnustatud väärtusega maastikuks. Korrastamise käigus tuleb likvideerida või kohandada tööde käigus tehtud kaevandid ja muud rajatised. Tööd ei ole piiratud seaduses ettenähtuga, kuid need tuleb ette näha kaevandatud maa korrastamise projektis. Korrastatud maa peab sobima ümbritsevasse maastikku ega tohi kujutada ohtu seal liikuvatele inimestele või loomadele. (Maapõueseadus, 2017, § 80 lg 4–6)

Maa kasutuskõlblikkus taastatakse kahes etapis – tehnilise ja bioloogilise korrastamise abil. **Tehnilise korrastamise** käigus kaevandatud maa tasandatakse, kaetakse vajaduse korral ekraankihi ning orgaanilise aine rikka kihiga, rajatakse maa kasutusotstarbe kohased vajalikud teed ja rajatised ning tehakse muud projektis ette nähtud tööd. **Bioloogilisel korrastamisel** rakendatakse põllumajanduslikke, maaparanduslikke ja muid võtteid, mis tagavad korrastatud ala sihtotstarbelist kasutamist toetava elustiku kujunemise. (Keskkonnaministri määrus, 2017, § 5 lg 1-2) (Vaata peatükke Ehitusmaavarakarjääride tehniline korrastamine ja Ehitusmaavarakarjääride bioloogiline korrastamine.)

Korrastamise hindamine ja tööde vastuvõtmine

Korrastamistööde vastuvõtmiseks moodustab kaevandusloa andja komisjoni, millesse kuuluvad loa andja esindaja, loa omaniku esindaja, maaomanik või tema esindaja, kohaliku omavalitsuse esindaja ja eksperdid.

Kui kinnisasja omanik seda nõuab, tuleb korrastamise lõpetamisel katastriüksus mõõdistada ja esitada enne korrastamistööde vastuvõtukomisjoni töö alustamist kinnisasja omanikule katastrimõõdistamise dokumentatsioon (Maapõueseadus, 2017, § 83).

Komisjon kontrollib olukorda kohapeal ja kui tööd on tehtud nõuetekohaselt, teeb komisjon ettepaneku tunnistada ala korrastatuks. Kui mitte, tehakse vastupidine ettepanek ning esitatakse põhjendused. Kui maa tunnistatakse korrastatuks, edastatakse sellekohane otsus maakatastrile. (Maapõueseadus, 2017, § 87)

Kui seejärel, hiljemalt kolme aasta jooksul, ilmnevad keskkonnahäiringud, mida saab kvalifitseerida nõuete eiramisest tulenevateks ettenägematuteks korrastamisvigadeks, tuleb need parandada isikul, kellel lasus korrastamiskohustus (Maapõueseadus, 2017, § 88).

Aruandlus

Kaevandamise vältel tuleb keskkonnaametile koos kaevandamismahu aruannetega esitada regulaarselt ka markšeiderimõõdistamise andmete alusel koostatud korrastamise aruanded. Aruandluse kord ja vorm on kehtestatud valdkonna eest vastutava ministri määrusega. (Keskkonnaministri määrus, 2017, § 22)

Korrastamiskohustuse tagamine

Kaevandamisloa omaja peab kaevandatud maa korrastama tehnoloogia seisukohalt otstarbekal ajal.

Korrastada tuleb ala ka siis, kui luba on kehtivuse kaotanud või kehtetuks tunnistatud. Kui kaevandamine samal mäeeraldisel jätkub teise loa alusel, läheb korrastamiskohustus üle uue loa omajale. Luba omava juriidilise isiku likvideerimise puhul korraldavad korrastamiskohustuse täitmise likvideerijad. (Maapõueseadus, 2017, § 80 lg 1-2)

Kaevandatud maa tuleb korrastada enne kaevandamisloa kehtivuse lõppemist. Kui ala pole veel korrastatud, aga luba tunnistatakse kehtetuks, pannakse korrastamise tähtpäev paika loa kehtetuks tunnistamise otsuses. Kui maaomanik mingil põhjusel ei luba pärast kaevandamisloa kehtivuse lõppemist ala korrastada, langeb korrastamiskohustus temale endale, ning töödega tuleb alustada aasta jooksul pärast korrastamiskohustuse üleminekut. (Maapõueseadus, 2017, § 85)

Kui karjääri pole õigeks ajaks korrastatud või ei tehta töid nõuetekohaselt, võib keskkonnaamet teha loa omanikule ettekirjutuse. Ettekirjutuse täitmatajätmisel võib määrata sunniraha kuni 3200 eurot mäeeraldise ja teenindusmaa ühe hektari kohta. (Maapõueseadus, 2017, § 111 lg 3)

Kui maa ei ole loa kehtivusaja jooksul korrastatud, saab esitada taotluse kaevandamisloa pikendamiseks, kuid seaduses ei ole öeldud, kui pikaks ajaks võib kaevandamisluba korrastamiskohustuse täitmatajätmise korral pikendada. Praegu on pikendamise tähtajad antud vaid juhuks, kui maavara ei ole loa kehtivusaja jooksul täielikult ammendatud. Pikendada saab luba kuni 30 aastat, liiva ja kruusa puhul 15 aastat. (Maapõueseadus, 2017, § 67)

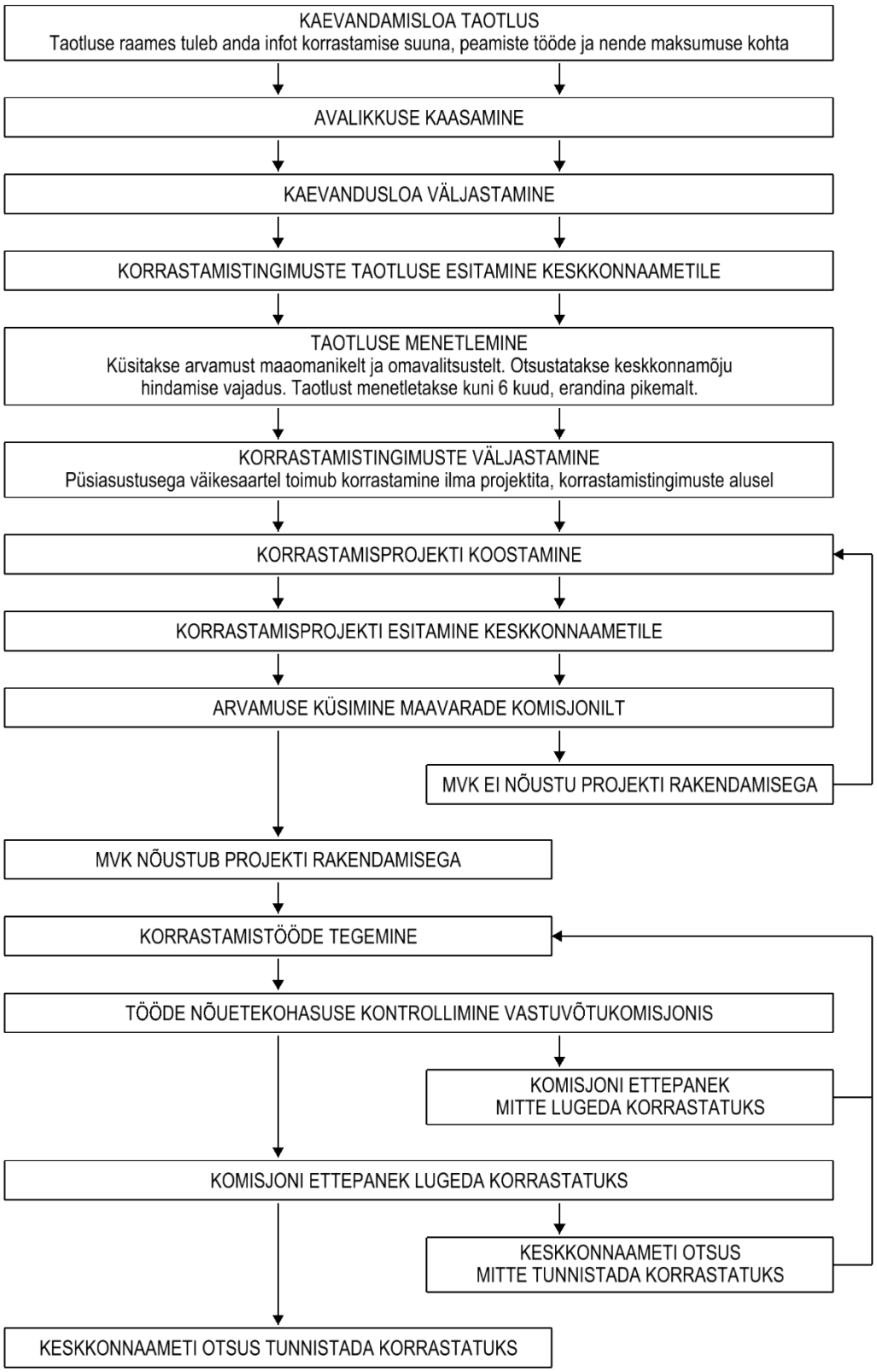
Korrastamiskulude eraldis ettevõtte raamatupidamises

Korrastamiskulude eraldis ettevõtte bilansis on korrastamiskohustuse täitmise tagamise meetod, mis tuleneb raamatupidamise ja maapõueseadusest. Raamatupidamise seaduse § 15 sätestab, et raamatupidamise aastaaruande koostamiseks inventeeritakse raamatupidamiskohustuslase varade ja kohustuste saldod. Raamatupidamise toimkonna juhend nr 8 „Eraldised, tingimuslikud kohustused ja tingimuslikud varad“ täpsustab, et eraldis on kohustus, mille realiseerumise aeg või summa ei ole kindel. Kohustus on raamatupidamiskohustuslasel lasuv kohustus, mis on tekkinud minevikus toimunud sündmuse tagajärjel ja millest vabanemine nõuab tulevikus eeldatavasti ressurssidest loobumist. Juriidiline kohustus on kohustus, mis tuleneb õigusaktidest. Korrastamiskohustus on kaevandamisloa omaja kohustus, mis tuleneb maapõueseadusest. Eraldiste kajastamisel bilansis lähtutakse kas kaevandusluba omava ettevõtte juhtkonna või ekspertide hinnangust eraldise täitmiseks tõenäoliselt vajamineva summa ning eraldise realiseerumise aja kohta. Iga aastaaruande koostamisel teeb loa omaja arvestuse:

- Kui suur pindala on vaja korrastada (see on komponent töömahtude hindamisel).
- Milliseid dokumente (korrastamisprojekt, ehitusluba, maakatastrile esitatavad dokumendid jm) on korrastamisel tarvis ning milline on nende koostamise kulu.
- Milliseid tehnoloogilise korrastamise töid on vaja teha, et maa jääks pärast kaevandamist ohutu, esteetiline ja kasutuskõlblik kas inimtegevuseks või teiste liikide elupaigana. Tööde maht.
- Milliseid bioloogilise korrastamise töid on vaja teha. Tööde maht.
- Spetsiifilised tööd, mis tulenevad näiteks kokkulepetest KOV-iga, korrastamistingimustest või -projektist (millegi lammutamine või ehitamine, jäätmekäitlus, reostuse koristus vms).

- Kas ettevõte suudab teha kõik tööd ise või saab mingeid töid sisse osta? Viimasel juhul tuleb hinnata, kui palju see maksab (vajaduse korral küsida hinnapakkumised).
- Kui tehakse kõik tööd ise, siis kui palju inimtööjõudu, materjale, masinate kasutamise jm kulusid on vaja ja mis see ettevõtja omatarbeteenusena maksab.

Iga kaevandamisloa omaja majandusaasta aruandes peab olema lisa, mis kirjeldab korrastamiskohustuse täitmiseks vajaliku eraldise olemasolu ja selle moodustamise aluseks olevaid andmeid. Eraldis suureneb, kui kaevandatud maad tuleb juurde, ja väheneb, kui aasta jooksul osa töid ära tehakse.



Pilt 3.2. Kaevandatud ala korrastamise protsess.

3.4. Korrastamise planeerimine ja projekteerimine

3.4.1. Korrastamise kontseptuaalsed alused

Heiki Kalberg, Erki Niitlaan

Peamised korrastamise suunda mõjutavad tegurid on kaevandamisala geoloogilised ja hüdrogeoloogilised tingimused, asukoht, sellest tingitud piirkondlikud eripärad, keskkonnatingimused ja maa omand. Pärast kaevandamist läheb ala hoolduskohustus kaevandajalt omanikule ja omanik peab korrastamise kavandamise ajaks olema endale teadvustanud maa-ala edasise kasutuse. Kõige sagedasemaks kaevandamisjärgseks kasutussuunaks ehitusmaavarakarjääride korrastamisel on kas metsastamine või tehisveekogu rajamine, mõnikord mõlemat. Nendele järgnevad sihtotstarbeline looduskaitseline korrastamine, korrastamine rohumaaks, puhkemaastiku rajamine ja muu sihtotstarbeline maakasutus. Metsastamise korral, eriti kui korrastatav ala asub riigimaal, on avalikkuse huvi konkreetse korrastamislahenduse vastu väike. Tehisveekogu rajamisel on tavaliselt huvi suurem, eriti kui korrastatav ala asub kas asustuse lähedal või on kergesti ligipääsetav. Puhkemaastiku rajamisel või muu sihtotstarbelise maakasutuse korral võib olla huvi suur ja hõlmata laiemat ringi kui kohalik elanikkond. See määrab ka korrastamise planeerimise kaasamise ulatuse ja vajaduse ning nõuab täiendavate riskide ja järelhoolduse vajadusega arvestamist.

Järgnevalt on täpsemalt käsitletud mõningaid olulisemad mõjutegurid, mis on seotud kaasamise ja sotsiaalsete aspektidega korrastamise planeerimisel.

Ala suurus

Olenevalt sellest, kas kaevandamisala suurus on mõni hektar, sadakond hektarit või mitu ruutkilomeetrit, erinevad ka kavandatavad tegevused. Rahvusvaheliste võistluste korraldamise nõuetele vastava Aidu (põlevkivi)karjääri sõudekanali (Pilt 3.3) suurus on mõõdetav ruutkilomeetrites. Kiviõli seikluskeskuse suurus, kus saab matkata, harrastada mäesuusatamist ja motokrossi, on alla saja hektari. Tartu lähedal Lähtel endise Palalinna kruusakarjääri alale on aastakümneid tagasi loodud puhkeala, kus saab suusatada ja ujuda, suurusega alla kümne hektari. Kui kujutada väikse karjäärina Kaali järve Saaremaal, siis selle suurus on ühe hektari ringis. Üldjuhul kehtib reegel, et mida suurem ala, seda suurema külastajate

hulgaga ala on võimalik rajada, samas mõjutab paiga külastatavust selle unikaalsus ja kättesaadavus.

Pilt 3.3. Aidu sõudekanal.
N 59°17’56’’; E 27°04’37’’
Foto: Ole Sein; 11.04.2017

Ala kättesaadavus, eraldatus ja unikaalsus

Sõltuvalt karjääri maaomandist, võimalikust tulevasest sihtotstarbest ja kasutajaskonnast tuleb hinnata kohalike elanike ja teiste huvirühmade kaasamise tarvidust. Kui näiteks eraomandisse jääva karjääriveekogu äärde rajatakse elamu, ei ole avalikkusel ala kujundamises suurt võimalust ja vajadust kaasa rääkida. Avalikku kasutusse jäävate või ümbritsevat eluolu oluliselt muutvate alade puhul on aga kaasamine asjakohane. Kui korrastamiseks tehakse enne keskkonnamõju hindamine (KMH), saab avalikkust kaasata selle käigus.

Ala kaugusest ja unikaalsusest sõltuvad ka võimalikud kasutustegevused. Kiviõli seikluskeskuse põhiosa klientidest ei tule selle lähipiirkonnast, vaid üle Eesti. 2013. aastal oli 14 000 külastajast hinnanguliselt 4000 inimest kohalikud ja 10 000 mujalt Eestist. Kõige rohkem külastajaid tuli Tallinnast ja Harjumaalt, teisel kohal oli Rakvere kandi inimeste huvi ning märkimist väärt ka Tartust, Pärnust ning Haapsalust tulijate hulk. Väliskülalisi oli kõige enam Venemaalt.

Väikese Palalinna virgestusala kasutajad tulevad aga lähiümbrusest: Tartu linnast, Tartu ja Tabivere vallast, võistluste puhul ka kaugemalt.

Terviseradasid on üle Eesti palju, seega on Palalinna rajad tartlasele üheks võimalikuks paigaks linnas või selle lähiümbruses (Tartus ja Tartu lähistel on vähemalt neli analoogset kohta). Mäesuusakeskusi on Eestis vähe ja Kiviõli on tallinlasele oluliseks alternatiiviks Otepää piirkonna mägedele. Aidu sõudekanal on aga seni Eesti ainus seisva veega nõuetelevastava pikkusega sõudekoht, kus saab korraldada kõrgema tasemega rahvusvahelisi võistlusi. Piusa liivakoobaste külastuskeskus on Eestis samuti ainulaadne ning sinna minnakse kogu Eestist ja ka väljastpoolt.

Juurdepääsetavus ja muu tehniline taristu

Taristu võimalustest lähtuvalt oleneb võimaliku kavandatava tegevuse väljaehituse hind ning kohaliku elanikkonna häiringud. Üldteada on Laeva meierei kompleks Tallinna-Tartu maantee ääres, nn Hollywoodi mäe läheduses. Endise kruusakarjääri kõrvale ehitatud tööstusala pindala on 20 aastaga suurenenud viis korda ja on hea näide tööstusest hajaasustuses (Tartuni 25 km). Samas on elektrivõrgu valdajatel suuri probleeme piisava vooluhulga tagamisega, kuna Laeva on tupikliini peal. Paljud väikesed maardlad asuvad kohtades, kuhu pääseb vaid mööda kohalikke teid. Tihti ei soovi kohalikud isegi karjääri teenindamisega seotud transporti, kartes oma kodurahu kadumist ja liiklusohu kasvu kohalikel teedel. Kui aga kavandatakse suure külastajate arvuga järelkasutust, võib olla vastuseis ka sellele.

Loodustingimused

Geoloogilistest ja hüdrogeoloogilistest tingimustest lähtub, kas alale on võimalik ehitada või täitub karjäär pärast kaevandamist veega. Samuti tuleb, eriti lähestikku asuvate karjääride korrastamisel, tähelepanu pöörata maakonna teemaplaneeringute osas „Asustust ja maakasutust suunavad keskkonnatingimused“ toodud rohealade (rohekoridoride ja tuumalade) paiknemisele. Kui kaevandamisala on rohevõrgustiku tuumalal või -koridoris, siis ei ole mõtet loomade liikumisteed läbi lõigata näiteks lasketiiru rajamisega. Kuivõrd rohekoridorid on loomade elupaikade tuumalasid ühendavad liikumisteed, tuleb korrastamise käigus need maksimaalselt taastada. Maakonnaplaneeringutes toodud ja üldplaneeringutes täpsustatud

rohekoridoride asukohta järgides tuleks korrastamist kavandades määrata piirkonnad, kuhu saab reljeefi ja veetaset arvestades kavandada metsastatud alad.

Sobitumine või vastandumine, *genius loci*[29]

Loodus(likkus)e taastamise eesmärgil tuleb ala sobitada ümbritsevasse maastikku, luues sarnaste liikidega sujuva ülemineku. Turismi arendamise eesmärgil võib aga vastupidi traditsiooniliselt taastatud maastikule luua hoopis teist tüüpi ja ümbritsevast erineva maastiku, millel on oma lugu (või välja mõeldud legend) ja mille esitamine loob arengueelise. Nii näiteks on motospordiradu rajatud karjääridesse, et mitte kahjustada loodusmaastikku, kuid selle tõttu võib korrastatud maa halvemini ümbruskonda sobituda.

Ala kasutamise aeg

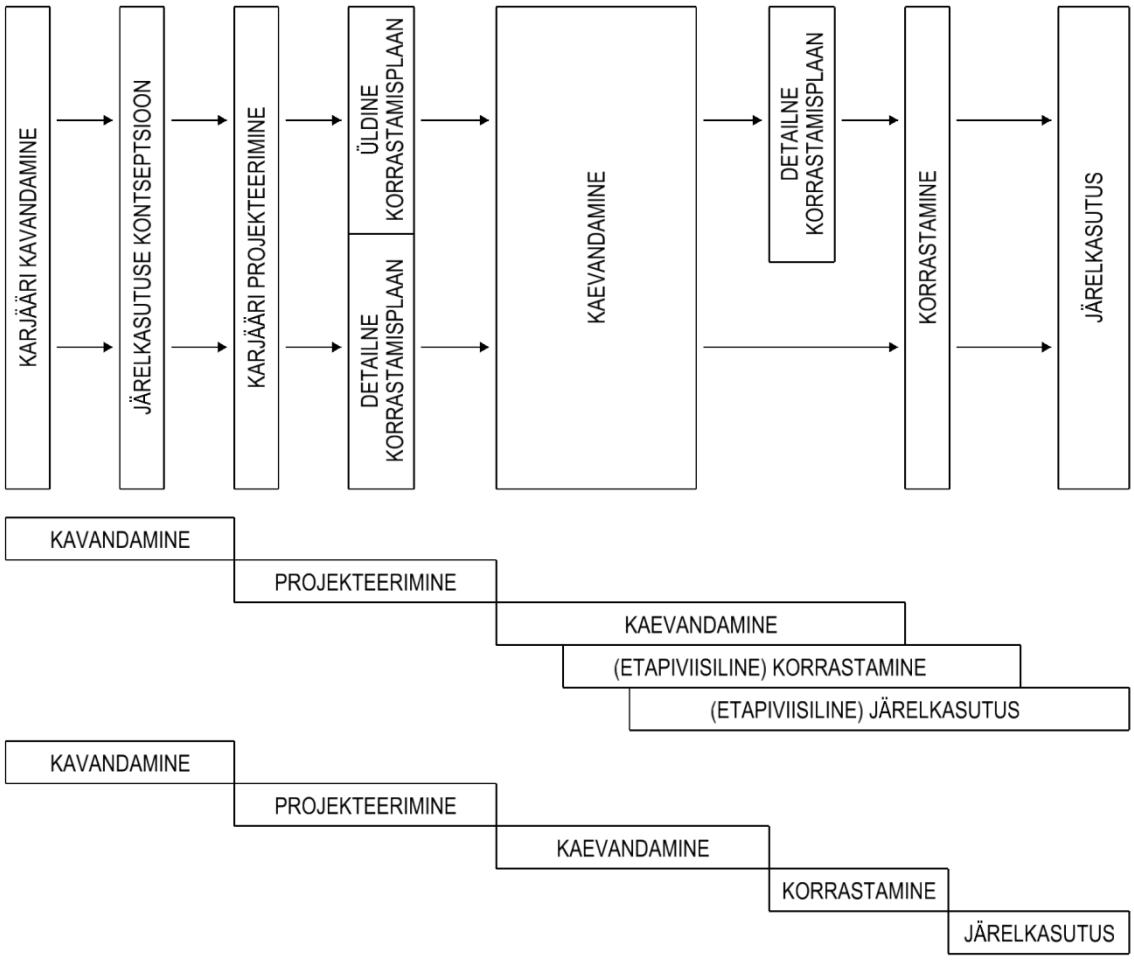
Olenevalt kaevandamisala suurusest võib selle kasutamise aeg olla väga erinev. Pikka aega kestva kaevandamise puhul saab etapiviisilisel taastamisel hakata aega taastumise kasuks ära kasutama – ammendatud osas on võimalik anda maastikule sobiv kuju ja see taimestada, mis võib olla kogu mäeeraldise ammendamise ajaks juba märkimisväärse suurusega. Samuti on võimalik vähendada häiringuid naabruskonnale taimestiku kasvu ja esteetiliselt nauditavama pildi loomise abil.

Välja toodud teguritest ja võimalikust muust kohalikust mõjust lähtuvalt tuleb koostöös kohalikega (omavalitsus ja elanikud) ning võimalike huvitatud riigiasutustega (näiteks lasketiiru rajamise korral kaitseministeerium või kaitseliit) välja töötada kaevandamisega muudetud maa järelkasutuse kontseptsioon, millest lähtuvalt hakatakse korrastamist projekteerima ja ellu viima.

Enne kaevandama asumist tuleb veenduda korrastamise võimalikkuses ning määrata põhimõtteline korrastamise suund. Kaevandamise loa taotluses tuleb esitada muu hulgas kavandatava karjääri korrastamise kava. Loa taotluse menetluse käigus on kaasatud osalistel võimalik ka selle kohta oma ettepanekuid

29 *Genius loci* – koha- või paigavaim, sisemine olemus.

teha. Näiteks tervisespordirajad ja puhkemaastik või ja metsastamine loodusmaastik. Täpsemad korrastamise parameetrid, nagu maapinna kuju, saab siiski suuresti määrata alles kaevandamise lõpustaadiumis, lõpliku korrastamise projekteerimise käigus. Erilahenduste korral võib eeldada, et detailsemat korrastamise kava või projekti on tarvis mäetööde algfaasis. Näiteks kui kaevandamisalale soovitakse teha Lõuna-Eestist inspireeritud väikest kuppelmaastikku, siis võiks kaevandamise ajal detailne korrastusprojekt olemas olla juba üksnes seetõttu, et see on majanduslikult otstarbekam: nii saab optimeerida pinnasetööde mahtu korrastamisel. Teisest küljest on varasema korrastamise kavandamise korral määramatus suurem.



Pilt 3.4. Korrastamise kavandamise üks võimalikke viise karjääri kavandamisest kuni kaevandatud ala järelkasutuseni.

Korrastamise eesmärgist lähtuvalt tuleb määrata korrastamise projekteerimisse kaasatavate spetsialistide vajadus: mäeinsenerid, hüdrogeoloogid, hüdrotehnikainsenerid, liigispetsialistid, maastikuarhitektid, teeinsenerid jt.

3.4.2. Projekteerimise üldpõhimõtted

Erki Niitlaan, Enno Reinsalu

Korrastamise esmane eesmärk on ohutuse tagamine inimesele ja keskkonnale kõige laiemas mõttes, andes ühtlasi maale metsamaa, veekogumaa või muu tarbimisväärse või tunnustatud väärtusega maa kasutamise sihtotstarbe. Seejuures peab väljatöötatud lahend olema kestlik ja võimalikult vähese hooldusvajadusega. Kestlikkuse all peetakse silmas väga pikka perspektiivi, sest korrastamisel antud kasutamise sihtotstarve jääb valdavaks üldiselt pikaks ajaks. Seetõttu peavad ka rakendatud ohutusmeetmed olema püsivad ja hooldusvabad. Lahendused, mis vajavad pidevat uuendamist, järelevalvet vms, ei ole tekkiva püsikulu tõttu eelistatud. Korrastamise üldine kontseptsioon tuleb maapõueseaduse kohaselt välja töötada juba maavara kaevandamisloa taotlemise etapis.

Kaevandamisega muudetud maa korrastamise üldine eesmärk on tuua pärast kaevandamist mäeeraldis ja teenindusmaa tagasi maakasutusse kas endisel või uuel otstarbel niivõrd, kuivõrd see osutub majanduslikult, tehniliselt ja keskkonnakaitseliselt mõistlikuks.

Tööde tegemiseks on tarvis tulemusele orienteeritud lähteülesande ja sellele tugineva korrastamisprojekti olemasolu. Kehtiva põhimõtte kohaselt tuleb korrastamisega alustada tehnoloogiliselt esimesel võimalusel, mis mõningatel juhtudel tähendab korrastamise projekteerimist juba kaevandamise eel või alguses, aga teisel juhul alles lõppjärgus. Siiski saab öelda, et korrastamine kui tegevus on töö, mis peaks toimuma teiste mäetöödega paralleelselt ja pidevalt. See aitab vältida nii liigseid töid kui ka kulusid.

Korrastamise projekt peab olema kooskõlastatud maaomaniku, kohaliku omavalitsuse ja vajalike riigiasutustega ning arvestama, kuidas maaomanik soovib kaevandamise järel maad kasutada. See on mitmepoolne parima lahenduse otsimine, kus tuleb arvestada maakasutuse võimalusi kujunenud uues keskkonnas ja korrastamistööde maksumust.

Tingimuste seadmisel on oluline eristada ja erinevalt käsitleda rajatavaid ning juba töötavaid karjääre. Nõuded peavad arvestama ka tingimusi neil aladel, kus juba pikka aega ei ole kaevandatud ning kus on hakanud kujunema uus elustik

(looduslik taastumine) ja/või kus on säilinud eksponeerimisväärset tööstuspärandit (vt Karjääride looduse ja tööstuspärandi tutvustamine, karjääride kasutamine õppetöös).

Kvaliteetse ja objektile vastava lähteülesande saab koostada spetsialist, kes on paigaga looduses tutvunud ning kaasanud vajadust mööda ka teiste valdkondade asjatundjaid.

Korrastamise eesmärgid ja nõuded peavad olema kooskõlas maavara tüübiga. See tagab majanduslikult ning keskkonnahoidlikult optimaalse lahenduse.

3.4.3. Projektile esitatavad nõuded, tehnilised tingimused ja tavad

Erki Niitlaan, Enno Reinsalu

Alapeatüki koostamisel on kasutatud raamatut „Eesti mäendus III“ (Reinsalu, 2016b).[30] Korrastamise projektile esitatavad nõuded on määratud keskkonnaministri 07.04.2017 määrusega nr 12 „Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa korrastamise akti sisu ja vorm“.

Määruse kohaselt peab korrastamisprojekti käsitlema järgmist (Keskkonnaministri määrus, 2017, § 6 lg 2):

1) korrastatava maa sihtotstarvet;
2) uute pinnavormide ja kaevandatud maa kujundamist;
3) mulla kasutamist ja käitlust;
4) veerežiimi kujundamist;
5) bioloogilist korrastamist;
6) kõlvikute suurust ja vahekorda;
7) ehitiste ehitamist ja likvideerimist ning muude korrastamiseks vajalike tööde kirjeldust.

30 Raamat „Eesti mäendus III“, http://digi.lib.ttu.ee/i/?4611

Tavaliselt tellib kaevandaja korrastamise projekteerimise spetsialiseerunud projekteerimisbüroolt. Korrastamise projekteerib selleks pädev mäeinsener või eriharidusega spetsialist. Kuna bioloogilise korrastamine ei ole mäetöö osa, on soovitatav bioloogilise korrastamise projekteerimine lasta teha kas erialaspetsialistil või neid kaasates. Tehniline ja bioloogiline korrastamine tuleb projekteerida koos, erialaspetsialistide meeskonnatööna.

Projekt on dokumentide kogum, mille iga leht, joonis ja lisa peavad olema identifitseeritavad. Neil peab olema näha:

1) objekt (karjäär, kaevandus, mäeeraldis, uuringuala ja -ruum);
2) subjekt (ettevõtja, kaevandamis- või uuringuloa omaja);
3) koostajad (büroo, projekti peainsener (juht) jt vastutavad isikud) ning nende kehtivate kutsetunnistuste (litsentside) numbrid;
4) koostamise aeg.

See tähendab, et projekti kõik osad ja joonised peavad kandma kirjet, millise maardla või maardla osa ja kaevandamiskoha jaoks need kehtivad, kellel on selle objekti uuringu või maavara kaevandamise luba ning kes ja millal tegi projekti.

Projekt koosneb seletuskirjast ja lisadest. Lisad jaotuvad kaheks: graafilised lisad ehk joonised ning tekstilisad ehk dokumendid. Projekti seletuskirjas seletatakse piisava üksikasjalikkusega lahti kõik käsitletavad tegevused. Korrastamisprojekt peab sisaldama vähemalt järgmist:

1) tiitellehte, millel esitatakse mäeeraldise nimetus, maavara kaevandamise loa (edaspidi kaevandamisluba) omaja, kaevandaja, projekti koostaja ja korrastamise teostaja nimi ning aadress, vastutava spetsialisti nimi ja allkiri ning projekti koostamise aeg;
2) korrastamistehnoloogia põhjendust lähtuvalt korrastamistingimustest ja majanduslikest kaalutlustest;
3) korrastamistööde mahtu ja töödeks kasutatavate masinate üldandmeid;
4) mullakäitlusviiside põhjendust ja kirjeldust, arvestades määruses sätestatud mullakäitluse nõudeid;
5) tehnilist ja bioloogilist korrastamist käsitlevas osas rakendatavate võtete kirjeldust ning nende valiku põhjendust;
6) andmeid maa peale väljuvate kaeveõõnte ja puuraukude sulgemise või edasise kasutamise kohta;
7) allmaatühemike püsivuse ja maa edasise liikumise prognoosi ning põhjendust sellekohase tühemike täitmise, sulgemise või kasutamise tehnoloogia kohta;

8) kaevandamata maavara arvestust;
9) looduslikust seisundist eemaldatud maavara ja katendi ning kaevandamisjääkide ladustamise andmeid;
10) keskkonnamõju vähendamise abinõude kirjeldust;
11) tööde kalenderplaani;
12) tööohutusnõudeid;
13) projektiga seotud majandusküsimuste osa, sealhulgas korrastamise eelarvet.

Projekti graafilised lisad on mõõtkavas kaardid, plaanid ja joonised, mille koosseis on järgmine (Keskkonnaministri määrus, 2017, § 7 lg 3):

1) korrastatava maa plaan, milleks on mäeeraldise plaaniga ühilduv mäetööde plaan viimase markšeiderimõõdistuse aja seisuga;
2) vaalkaevandamise korral kaevandatud maa korrastamise skeem, sealhulgas sisepuistangute moodustamise tehniline skeem;
3) tehnilise korrastamise plaan;
4) bioloogilise korrastamise plaan;
5) korrastatud maa plaan;
6) geoloogilised läbilõiked korrastatava maa, tehnilise ja bioloogilise korrastamise ning korrastatud maa plaani kohta;
7) allmaakaevandamisel peamiste allmaakaeveõõnte tüüpläbilõiked;
8) vajaduse korral muud tehnilised skeemid.

Nimetatud plaanide koostamisele ja esitamisele kohaldatakse järgmisi nõudeid:

1) sõltuvalt mäeeraldise suurusest ja olukorra keerukusest koostatakse üks või mitu tehnilise või bioloogilise korrastamise plaani;
2) korrastatava maa plaani ning korrastatud maa plaani geoloogilise läbilõike mõõtkava ja tingmärgid peavad olema samad, mis vastaval plaanil;
3) korrastatava maa plaani täpsustavad plaanid tuleb koostada nimetatud plaaniga või maakatastri koosseisu kuuluvate kaartidega sobivas mõõtkavas;[31]
4) kõik plaanid ja kaardid peavad olema L-EST 97 tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteemis ja ruumiandmete seaduse § 32 alusel

31 Projekteerimisel tuleb arvestada, et suuremõõtkavalisel mõõdistamisel 1 : 5000 ja enam ei kajastu korrastamist vajavad objektid ja situatsioonid plaanil piisava detailsusega ning võivad jääda piisava tähelepanuta. Seetõttu on soovitav korrastamist vajavad karjääri osad või elemendid mõõdistada mõõtkavas 1 : 500 kuni 1 : 2000.

kehtestatud määruses nimetatud kõrgussüsteemis (Ruumiandmete seadus, 2017).

Graafilistes lisas peaks olema korrastamise projekteerimise seisukohast esitatud[32]

1) uuringuala, karjäärivälja või mäeeraldise asukoht;
2) naaberobjektide paiknemine (külgnevad karjäärid, kaevandused ja nende rajatised, naaberuuringuruumid jms) ning nende iseloomulikud elemendid;
3) maapõue iseloomustav geoloogiline informatsioon: lõiked, mudelite väljundid jne;
4) ligipääsuteed, kommunikatsioonid, veekõrvaldussüsteemid või külgnev hüdrograafiavõrk jm taristu;
5) uuringuruumis ja kaevandeis toimunud töö (puurimise, lõhkamise, piikamise jne) keskkonnamõju ala nii tegevuse ajal kui ka hiljem (pärast korrastamist);
6) kõigi korrastamist vajavate maastiku elementide paiknemine ja konfiguratsioon;
7) likvideeritavad objektid ja rajatised;
8) muu vajalik projekteerija või tellija nõudel.

Keskkonnaministri määruses on kehtestatud osale graafilistest lisadest ka täpsed sisunõuded, näiteks peab korrastatava maa plaanile olema kantud

1) mäeeraldise ja selle teenindusmaa piir;
2) hoidetervikute piirid;
3) katastriüksuste piirid;
4) geoloogiliste läbilõigete asukohad;
5) korrastatud maatükkide piirid;
6) kaevandamata maavara ploki kontuurid projekti koostamise ajal;
7) allmaakaevandamise käigus kaevandatud alad laekäitluse tüüpide kaupa;
8) pealmaakaevandamise käigus rajatud rajatised, nagu puistangud ja settetiigid;
9) korrastatud maa samakõrgusjooned lõikepindade vahega kõige rohkem 1 m;
10) maa sihtotstarbelise kasutamise alade piiripunktide koordinaatide tabel.

32 Joonis ei ole lihtsalt graafiline leht, vaid see on mõõtkavas dokument ja selle tunnus on kirjanurk.

Lisaks on nõutud, et tehnilise korrastamise plaanile tuleb kanda puistangute ning sõelmete ja mulla ladustamise kohad. Plaanil tuleb näidata, millised puistangud ja laod korrastamisel säilitatakse ning millised likvideeritakse. Bioloogilise korrastamise plaanil tuleb näidata, mida ja kuhu istutatakse, milliseid võtteid kasutatakse ning kuidas hakkab kaevandatud ala pärast korrastamist välja nägema.

Täpsustatud nõuded on ka plaanide kohta koostatavatele geoloogilistele läbilõigetele. Nii peab olema korrastatava maa plaani, tehnilise korrastamise plaani ja bioloogilise korrastamise plaani kohta koostatud geoloogilistele läbilõigetele kantud

1) mäeeraldise ja selle teenindusmaa piir;
2) hoidetervikute piirid;
3) katastriüksuste piirid;[33]
4) allmaakaevandamise käigus kaevandatud alad laekäitluse tüüpide kaupa;
5) pealmaakaevandamise käigus rajatud rajatised, nagu puistangud ja settetiigid;
6) olukorda kirjeldav põhjavee tase;
7) kaevandamiseelse maapõue koostis.

Korrastatud maa plaani kohta koostatud geoloogilisele läbilõikele tuleb kanda

1) mäeeraldise ja selle teenindusmaa piir;
2) hoidetervikute piirid;
3) katastriüksuste piirid;
4) korrastatud maatükkide piirid;
5) kaevandamata maavara ploki kontuurid projekti koostamise ajal;
6) allmaakaevandamise käigus kaevandatud alad laekäitluse tüüpide kaupa;
7) pealmaakaevandamise käigus rajatud rajatised, nagu puistangud ja settetiigid;
8) korrastatud maapõue koostis;
9) uute pinnavormide nõlvused;
10) oodatav põhjavee tase pärast korrastamist.

Graafilistel lisadel – mõõtkavas koostatud kaartidel, plaanidel, lõigetel ja joonistel – on kirjanurk, mis on projekteerimisbüroo visiitkaart. Hea tava

33 Mäeeraldise teenindusmaa, ka katastriüksuse piiri saab geoloogilisel läbilõikel kujutada üksnes projektsioonina.

kohaselt märgitakse graafilisele materjalile joonestustarkvara kasutamisõiguse tunnused (litsentsi nr ja kehtivus). Fotod, joonistused (visandid, skitsid, abrissid), graafikud, skeemid, diagrammid jne, mis ei ole mõõtkavas, on pildid ehk illustratsioonid. Pildid, mida ei ole otstarbekas paigutada teksti, võivad olla graafiliste lisade seas eraldi.

Projekti tekstilisad:

1) lähteülesanne;
2) kõik projekteerimiseks vajalikud load, (korrastamis)nõuded, kirjad jne ehk kõik, mida asjaosalised peavad eesmärgi saavutamisel vajalikuks;
3) muu vajalik, näiteks kooskõlastusdokumendid, arvamused.

3.5. Kaevandamisega rikutud maa korrastamise tava teistes Euroopa riikides

Liis Keerberg, Erki Niitlaan

Esimesed märked kaevandamisega rikutud maa sihipärasest korrastamisest pärinevad 18. sajandist praeguse Saksamaa alalt, kuid jäävad peamiselt siiski 20. sajandi esimesse aastakümnesse, mil Saksamaa kõrval hakatakse korrastamisele tähelepanu pöörama ka USA-s (Vaus, 1970). Karjääride korrastamise vajadus tekkis laiemalt pärast Teist maailmasõda, kui elutingimuste taastamiseks ehitati maju ja tehaseid, teid ja raudteid. Pärast suurt ehitusbuumi hakkasid inimesed oma ümbruses märkama troostituid jälgi, mis ei olnud enam sõja, vaid kontrollimatu tööstusliku tegevuse tagajärg – kaevandusjäätmete ladestusalad, karjäärid ja mahajäetud tööstusalad (Bradshaw & Hüttl, 2001).

Olukorra parandamisele hakati laialdast tähelepanu pöörama 1960-ndatel korraga mitmes riigis, eriti Euroopas. Tavaliselt seisnes korrastamine ala taastamises rohumaaks või metsamaaks, kuna see oli kõige lihtsam ja odavam lahendus, mis ühtlasi andis piisava sissetuleku, et tagada nende alade pikaajaline majandamine. (Bradshaw & Hüttl, 2001)

Nüüdisajal võimaldab kaevandusalade hoolikas majandamine ja sihtrühmade varajane kaasamine saavutada kaevandamisel ja karjääride korrastamisel väga häid tulemusi ning sageli saavad endistest kaevandusaladest kas puhke- ja

virgestusalad või näiteks sihtliikide elupaigad (European Commission Enterprise and Industry Directorate, 2010).[34]

Euroopa Liidu liikmesriikides kehtib nõue, mille kohaselt peavad kõik kaevandajad oma karjäärid korrastama. Riigisisesed lahendused selle põhimõtte elluviimiseks erinevad. Näiteks **Taanis** on kaevandamise eelduseks ametlikult heaks kiidetud kaevandus- ja järelhooldusplaan. Ettevõttel peab olema ka finantsgarantii korrastamisplaani elluviimiseks. Sarnaselt on keskkonnaregulatsioonide ja finantsgarantii nõude kaudu tagatud kaevandusalade korrastamine **Soomes**. (European Commission Enterprise and Industry Directorate, 2010)

Hollandis ei võeta kaevandusloa taotlust vastu ilma asjakohase korrastamisprojektita ning taotleja peab samuti andma korrastamise võimekust kinnitava finantstagatise. **Sloveenias** peab kaevandusloa omaja karjääri korrastama varude ammendumisel. (European Commission Enterprise and Industry Directorate, 2010)

Oluline on eristada vanade, ammu mahajäetud karjääride ning kasutuses olevate karjääride korrastamist. Esimeste puhul tagab korrastamise üldjuhul riik, nagu ka Eestis. Kasutuses olevate karjääride puhul aga teeb seda karjääri käitaja või kaevandusloa omanik, tavaliselt samm-sammult karjääri eluringi käigus ellu viidava korrastamiskava või projekti alusel. Allpool esitatud detailsemate näidete aluseks korrastamise korraldusest Euroopa Liidu liikmesriikides on nagu eelnevategi näidete puhul Euroopa Komisjoni ettevõtluse ja tööstuse peadirektoraadi ülevaade „Improving framework conditions for extracting minerals for the EU. Exchanging best practice on land use planning, permitting and geological knowledge sharing.“ (European Commission Enterprise and Industry Directorate, 2010).

Belgias on karjääride korrastamine tagatud seaduse alusel kaevanduslubade, finantsgarantiide ning korrastamiskava koostamise ja rakendamise kaudu. Viimasega tegeleb komisjon, mis on moodustatud kohaliku ja piirkondliku haldusüksuse ametnikest, omavalitsuse ja riigiasutuste valdkondlikest

34 Vt näiteid erinevate Euroopa riikide korrastamise süsteemide kohta: http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/9986/attachments/1/translations/en/renditions/pdf

esindajatest. Koos töötab komisjon välja korrastamise strateegia, mis päädib detailse kavaga iga karjääri puhul.

Kreekas on korrastamise tingimused ja tähtajad seatud konkreetse karjääri keskkonna- ja kaevandusloas. Teostatakse järelevalvet, nõutud on finantsgarantiid ning vajaduse korral rakendatakse sanktsioone. Erakorralistel juhtudel, kui on vaja jälgida teatud keskkonnanõuete täitmist, kutsutakse kokku vastav komisjon. Seda süsteemi rakendatakse näiteks Põhja-Kreekas Stratoni metallimineraalide kaevanduses.

Poolas näeb kaevandusluba ette detailsed meetmed, mida kaevandamise lõppedes tuleb ala korrastamisel järgida. Lisaks on kaevandusettevõte kohustatud kaevandamise kestel koguma tulevaste korrastamistööde tarbeks raha. Loa väljastaja nõusolekuta ei tohi sihtotstarbelist raha muuks kasutada. Selliste nõuete alusel on edukalt korrastatud veekogudeks, metsadeks, parkideks ja tööstusaladeks näiteks kivisöekarjäärid Konini ja Bechatowi piirkonnas.

Prantsusmaal reguleerivad karjääride korrastamist kaevandamis- ja keskkonnaseadustik. Kaevandamisloa saamiseks peab kaevandaja saama pangalt garantii oma suutlikkuse kohta ala hiljem korrastada. Kui kaevandaja peaks minema pantrotti või karjääri muul põhjusel hülgama, annab riik ala üle uuele omanikule ja tagab selle korrastamise.

Ammendunud karjääri korrastamisprotsess toimub Prantsusmaal kahes etapis. Esmalt fikseeritakse karjääri seisukord ja töötatakse välja meetmed, mis tagavad ala vastavuse keskkonnanõuetele. Neid meetmeid rakendab kaevandusettevõte ning võtab vastu ja kinnitatab riik. Kui töö on korrektselt tehtud, allkirjastatakse akt karjääri sulgemise kohta. Teine osa korrastamisest on lepingulise iseloomuga ja selle eesmärk on kohandada ala sobivaks uuele kasutusviisile, olgu selleks kas puhkeala, põllumaa või tööstusala.

Hispaanias peavad kaevandusettevõtjad lõimima korrastamiskava juba kaevandamisplaanidesse. Samuti rakendatakse seal finantsgarantii süsteemi. Üldine korrastamise regulatsioon kehtib juba aastast 1973, kuid seda on täpsustatud rakendusaktidega, mis on piisavalt täpsed ja selged ning seetõttu kasutatavad täielike juhistena kaevandussektorile. Hispaania süsteemi konfliktkohaks on, et kuigi pole ühtki EL direktiivi või riiklikku seadust, mis välistaks kaevandamise looduskaitsealadel, on piirkonniti kehtestatud seal kaevandamist piiravaid õigusakte või planeeringuid. Hiljutised täiendused

õigusaktides nõuavad sellistel juhtudel otsuste põhjalikku kaalumist ja motiveerimist.

Inglismaal nõutakse kõigi kaevandusalade kõrgetasemelist korrastamist ning vajaduse korral seatakse ka õiguslikku jõuga järelhoolduse tingimused. Regulaarselt jälgitakse nende tingimuste täitmise vastavust heale tavale.

Kaevandusala korrastamine on väga kohaspetsiifiline ülesanne, mistõttu on seda tehnilistele regulatsioonidele sageli keeruline allutada. Keskkonnaeesmärke saab õigusaktides küll püstitada, kuid tehnilisel rakendamisel on väga palju nüansse ja eri tööd hõlmavad kaevandusala kogu eluringi, mis võib kesta aastakümneid. Seetõttu on valdkonna arendamisel väga oluline roll kaevandajate endi eeskujul – vabatahtlikul panustamisel keskkonnamõju vähendamisse ja heade näidete tutvustamisel. Teadlikkuse tõstmiseks ja kogemuste jagamiseks annavad sektoris tegutsevad kontsernid välja senise hea tava põhjal välja töötatud juhendeid. (European Commission Enterprise and Industry Directorate, 2010)

4. UURINGUALADE KORRASTAMINE

Helis Vahtra, Marge Uppin, Enno Reinsalu

4.1. Korrastamise põhimõtted

Helis Vahtra

Sarnaselt kaevandamisega muudetakse ka geoloogilise uuringuga maapõue looduslikku seisundit. Tavaliselt tuleneb peamine muutus uuringukaevandite või -puuraukude ning hüdrogeoloogiliste seirepuuraukude rajamisest, mille tagajärjel tekib maapõue auk (kaeveõõs). Lahtised kaevandid ja puuraugud on ohtlikud seal liikuvatele inimestele ja loomadele ning avatud saastumisele. Tihti on uuringu tulemusel avatud põhjaveekihid, mis on selles kohas vastuvõtlikud välistele teguritele (põhjaveereostuse oht). Hüdrogeoloogilistes puuraukudes tehakse katsepumpamisi, mis tekitab konkreetses puuraugus põhjavee taseme kõikumisi. Suuremate uuringuekspeditsioonide korral ehitatakse uuringualadele kohapealne välibaas ajutiste rajatistega. Erandkorras võidakse tehnoloogiliste ja tööstusproovide võtmiseks rajada ka katsekarjääre. Kahte viimast Eestis siiski väga sageli ei esine.

Seadusest tulenevalt on uuringuga rikutud maa korrastamise põhieesmärk geoloogiliste tööde eelse seisundi võimalikult täpne taastamine. Uuritud ala puhul tähendab see tekitatud häiringute – peamiselt rajatud kaevandite, puuraukude jm ehitiste – sulgemist (= likvideerimist) või kohandamist keskkonnaga, et maad saaks samaväärselt edasi kasutada, ning tööde käigus tekkinud jäätmete eemaldamist.

Uuringualade korrastamist ja kaeveõõnte sulgemist (sh vastavust uuringuloa tingimustele) kontrollib keskkonnaamet. Uuringuala korrastamise kohta koostatakse kaevandite ja puuraukude likvideerimise akt, mille sisu ja vorm on toodud keskkonnaministri 07.04.2017 määruses nr 12 „Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa

korrastamise akti sisu ja vorm“ (Keskkonnaministri määrus, 2017). Sulgemise (= likvideerimise) eest vastutab uuringut tegev geoloog.

Uuringuala korrastamine on geoloogilise uuringu osa.

4.2. Kaevandite sulgemine ja korrastamine

Helis Vahtra, Enno Reinsalu

Kaevandid suletakse (= likvideeritakse) ekskavaatoriga ehk sama masinaga, millega need ka rajati (vt Geoloogiliste uuringute meetodid). Kaevandite tagasitäitmiseks kasutatakse uuringu käigus samast kohast kaevatud materjali pärast seda, kui uuringuks vajalikud tööd (geoloogilise läbilõike kirjeldamine, proovide võtmine, veetaseme fikseerimine jne) on tehtud. Kaevanditest võetud proovide maht on kogu väljatõstetud materjali mahuga võrreldes minimaalne ning kaevandite täitmiseks vajaliku materjali puudujääki ei teki.

Pilt 4.1. Suletud uuringukaevand.
N 59°16’46,3’’; E 26°36’30,4’’
Foto: Kadri Mikkelsaar; 05.07.2016

Kaevandite korrastamist lihtsustab, kui selle rajamisel on kasvupinnas kooritud ja tõstetud eraldi hunnikusse ning kasuliku kihi materjal eraldi hunnikusse. Sel

juhul saab ja tuleb kaevandist väljatõstetud purdsetted tagasi täita samas järjekorras. Purdsetetega täidetud kaevand tihendatakse mehaaniliselt ekskavaatori kopaga töö käigus. Kaevandite täitmisel mängib teatavat rolli kobestustegur, mis sõltub uuritava maavara terastikulisest koostisest (fraktsioonist). Mida suurem on kobestustegur, seda rohkem ruumi see kobestatuna võtab. Pärast kaevandite täitmist taastatakse mullakiht endises paksuses. Maapind tasandatakse samuti kopa abil, millega osavamad ekskavaatorijuhid suurepäraselt hakkama saavad (Pilt 4.1).

On selge, et olemasolevat taimestikku taastada ei saa ning kaevandite asukohti jäävad olenevalt kaevandi suurusest märkima looduslikust alast eristuv 10...20 m diameetriga rikutud maa-ala, mis loodustub ühe-kahe aastaga (Pilt 4.2).

Pilt 4.2. Kaevanditega uuritud ja korrastatud uuringuala pärast uuringut.
Uuringuala keskosa koordinaadid: N 59°16’46’’; E 26°36’38’’
Ortofoto: maa-amet

Ehitusgeoloogilisi uuringuid (kuigi tegu on maapõueuuringutega) maapõueseadus ei reguleeri, seepärast ei laiene neile ka uuringuala ja -ruumi korrastamise nõue, kuid rajatud kaevandid tuleb ka ehitusuuringu järel siiski sulgeda. Kuna ehitusuuringute eesmärk on uurida eelkõige pinnasekihtide

(tugevus)omadusi, ei ole kaevandid enamasti nii sügavad kui geoloogilise uuringu korral. Sellegipoolest on ka ehitusuuringu tagajärjeks auk maapõues (Pilt 4.3).

Pilt 4.3. Korrastamata ehitusuuringu kaevand.
Maardu: N 59°27’50,3’’; E 24°56’35,9’’
Foto: Enno Reinsalu; 31.07.2008

4.3. Puuraukude sulgemine ja korrastamine

Helis Vahtra, Enno Reinsalu

Puuraukude sulgemine ja korrastamine sõltub peamiselt puuraugu kasutusotstarbest (geoloogiline, hüdrogeoloogiline, seirepuurauk) ja uuritavast maavarast (purdsetted, karbonaatkivimid).

Purdsetetesse rajatud geoloogiline puurauk täidetakse nagu kaevandki kohe pärast uurimistööde lõpetamist puuraugust väljatõstetud materjaliga. Purdsetete uurimiseks kasutatakse tavaliselt keerdpuurimist (Geoloogiliste uuringute meetodid), puuraugu sügavus võib Eesti oludes ulatuda kuni 50…60 meetrini, jäädes tavaliselt siiski 10…20 m vahele. Puurimisel tõstetakse maapinnale kogu puurtorule jäänud materjal, mis peaaegu kogu ulatuses võetakse proovide koosseisu. Seetõttu võib puuraugu täitmisel materjalist

puudu jääda ning kasutama peab mujalt pärit materjali, kuid selleks peab olema pinnas või puurmed. Siiski võib arvestada, et allpool põhjavee taset ei ole purdsetetesse rajatud puurauk püsiv ja variseb pärast puurimist kohe kinni. Puuraugu ülemise osa pealpool põhjavee taset võib täita mullaga selle endises paksuses. Puuraugu sulgemise järel võib näha nii puurmasina jälgi kui ka puuritud augu asukohta (Pilt 4.4), kuid hiljem see looduses tavaliselt enam ei eristu. Puuraukude sulgemisega võib tunnistada uuringuala korrastatuks.

Pilt 4.4. Suletud puurauk liiva-kruusa uuringul.
N 59°14’46,3’’; E 25°10’7,8’’
Foto: Roman Kotenjov; 02.11.2010

Karbonaatkivimite uuringupuuraugud rajatakse peamiselt kivimiproovide võtmiseks, hüdrogeoloogiliste tööde (pumpamiskatsed) ja karotaaži jaoks. Ka need puuraugud tuleb sulgeda pärast uurimistöid hiljemalt ühe kuu jooksul. Erandiks on puuraugud, mis jätakse muuks otstarbeks kasutusse, näiteks pikemaajaliseks põhjavee taseme vaatluseks seirekaevudena. Viimane eeldab puuraugu sulgemist kaanega nii, et kõrvalistel isikutel puudub võimalus selle avamiseks, samas peab geoloogidel olema võimalik hiljem puuraugust veetaseme vaatlusmõõtmisi teha. Kui vaatlused sellesama uuringuga piirduvad, tuleb vaatluskaevud uuringut lõpetades ikkagi sulgeda sarnaselt teiste uuringupuuraukudega. Kui seire jätkub, tuleb vaatluskaevud üle anda kompetentsele asutusele (ettevõttele), kes liidab need oma seirevõrguga ja vastutab nende säilimise ja heakorra eest. Looduses näeme palju kunagisi

vaatluskaevusid, mille on maavara geoloogilist uuringut ja/või põhjaveeseiret teinud asutused hüljanud (Pilt 4.5).

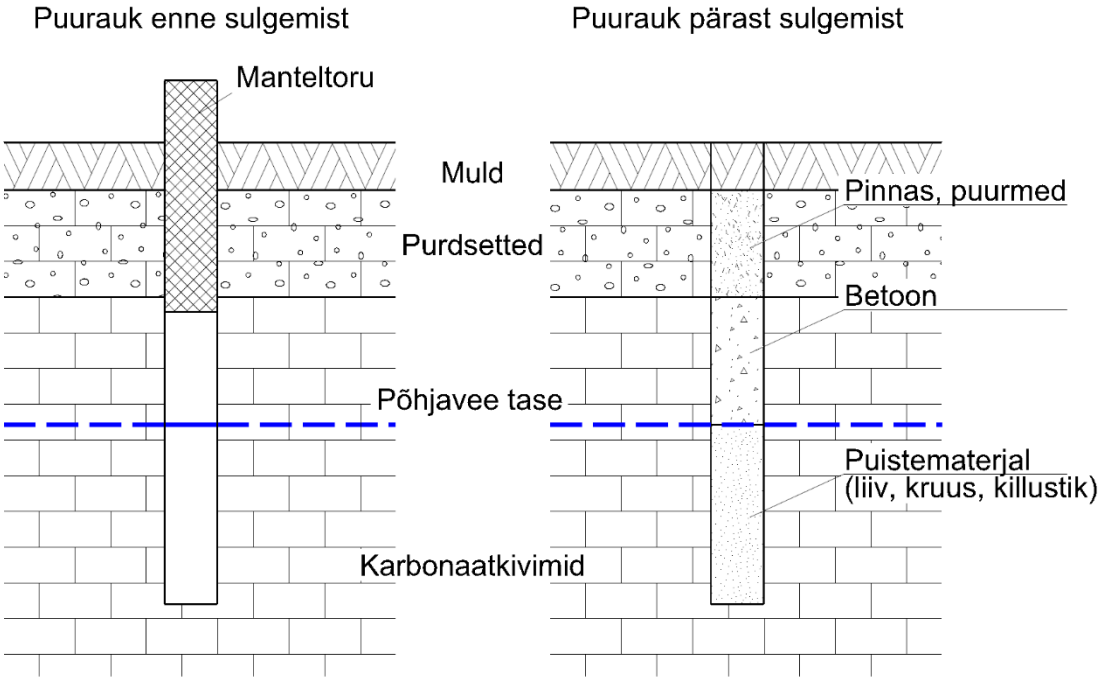
Pilt 4.5. Hüljatud põhjaveeseirekaev. Maardu rikastusjäätmete korrastamata puistang (vt Tehnosetted).
N 59°28'24,3''; E 24°59'6,2''
Foto: Enno Reinsalu; 10.07.2013

Karbonaatkivimite puurimisel kasutatakse südamikpuurimist (Geoloogiliste uuringute meetodid). Kvaternaarisetete ulatuses paigaldatakse vajaduse korral manteltorud puuraugu toestamiseks ja seinte stabiliseerimiseks. Puurimise käigus tõstetakse südamik puuraugust välja ning transporditakse objektilt ära. Seega jääb maapõue tavaliselt ~10 cm läbimõõduga auk, mis tuleb täita puuraugu geoloogilise ja hüdrogeoloogilise ehituse kohaselt. Puurauke sulgevad tavaliselt puurmeistrid, kellel on kaasas sõelmed/segu ja vajalikud abivahendid. Töö eest vastutab siiski uuringu vastutav geoloog.

Juhul kui puurauk on manteltoruga toestatud, tuleb see esmalt eemaldada. Kui katendikivimid on pudedad, tuleb manteltoru eemaldada pärast seda, kui puuraugu alumine, manteldamata osa on nõuetekohaselt täidetud. Kui manteltoru eemaldamine ei ole mingil põhjusel võimalik (kui toru on kinni jäänud või põhjaveekihtide isoleerimiseks tsementeeritud vms), lõigatakse manteltoru ots allpool maapinda vähemalt poole meetri sügavuselt maha. Sellega korrastatakse küll maakatte nähtav osa, kuid mitte maapõu – kivimite sisse jääv metalltoru võib hiljem maavara kaevandamisel pakkuda ebameeldivaid

üllatusi. Igal juhul peab manteltoru jätmine, nagu ka muud erisused, olema kajastatud puuraukude likvideerimise (= sulgemise) aktis.[35]

Juhul kui puurimisega on avatud veekiht, tuleb puurauk täita vettandva osa ulatuses loodusliku vett läbilaskva materjaliga, milleks võib olla jämedateraline liiv, kruus või killustik. Kui puurimisega avati kaks või enam põhjaveekihti, tuleb täita neid eraldav veepideme osa betooni või saviga. Põhjavee tasemest kõrgemale jääva kuiv puurauguõõs kaljuses kivimis täidetakse betooni või saviga, purdsetete osas puurmete või pinnasega. Vajaduse korral tihendatakse täidetud osa puuragregaadi tööorganiga. Puuraugu ülemise osa võib täita kasvukihi ulatuses puurimisel väljatõstetud kasvukihiga (Pilt 4.6).



Pilt 4.6. Sulgemata ja suletud geoloogilise puuraugu läbilõige.

Erikäitlust vajavad põhjaveekihtidesse ulatuvad uuringuaugud, sealhulgas suletavad seirekaevud. Kui kaevus märgatakse vee reostumist, tuleb teha puhastuspumpamine või vett ohutul moel desinfitseerida, näiteks klooritada. Ülevooluga puuraukude sulgemiseks tuleb ülevool enne täitmist peatada. Kui staatiline veetase on maapinnast kuni 1,5 m kõrgemal, tuleb pikendada manteltoru ülevoolu lakkamiseni ja seejärel täita puurauk eespool kirjeldatud

35 Keskkonnaministri 07.04.2017 määruse nr 12 järgi on kohustuslik dokument „Puuraugu likvideerimise akt“ või „Kaeveõõne likvideerimise akt“.

viisil. Juhul kui survetase on liiga kõrgel, tuleb pumbata ülevoolu sulgemiseks enne puuraugu täitmist puuraugu vettandvasse osasse savipüdelikku (savilahust).

4.4. Geoloogilise uuringu puuraukude kohandamine vaatlus- ja seirekaevudeks, nõuded ja õigusaktid

Marge Uppin

Kui geoloogilise uuringu puurauk soovitakse jätta kasutusele pikaajalisteks vaatlusteks ja seireks, siis tuleb puurauk kanda keskkonnaregistrisse. Olemasolevat puurauku on võimalik kanda keskkonnaregistrisse lähtudes puurkaevu või -augu ümberehitamise korrast, mida reguleerib keskkonnaministri 09.07.2015 määrus nr 43 „Nõuded salvkaevu konstruktsiooni, puurkaevu või -augu ehitusprojekti ja konstruktsiooni ning lammutamise ja ümberehitamise ehitusprojekti kohta, puurkaevu või -augu projekteerimise, rajamise, kasutusele võtmise, ümberehitamise, lammutamise ja konserveerimise korra ning puurkaevu või -augu asukoha kooskõlastamise, ehitusloa ja kasutusloa taotluste, ehitus- või kasutusteatise, puurimispäeviku, salvkaevu ehitus- või kasutusteatise, puurkaevu või -augu ja salvkaevu andmete keskkonnaregistrisse kandmiseks esitamise ning puurkaevu või -augu ja salvkaevu lammutamise teatise vormid“ (Keskkonnaministri määrus, 2015) ja ehitusseadustik. Selleks peab hüdrogeoloogiliste tööde tegevusloaga isik koostama puuraugu ehitusprojekti, mis koosneb tehnilistest joonistest, seletuskirjast ja lisadest. Ehitusprojekt tuleb koostada mahus, mis võimaldab saada ülevaate kohandatavast puuraugust ja selle vastavusest põhjavee kasutamise ja kaitse nõuetele. Arvestada tuleb, et puurauk ei tohi põhjustada põhjavee seisundi halvenemist ega avaldada negatiivset mõju läheduses asuvatele puurkaevudele, -aukudele, salvkaevudele, maakasutusele ega ökosüsteemidele.

Pikaajaliseks seireks kasutatava puuraugu konstruktsioon peab tagama põhjavee kaitstuse reostuse eest ja välistama saastunud vee, sealhulgas ülemiste põhjaveekihtide vee sissevoolu avatud põhjaveekihti. Manteltorude põhikolonn peab ulatuma vähemalt 30 cm üle maapinna, et maapinnalt pärineva vee sissevool puurauku oleks välistatud. Lisaks peab puuraugu konstruktsioon tagama manteltorudetaguse ruumi isolatsiooniga (tsementatsioon või savitamponaaž) sademevee ja maapinnalt arvates esimese põhjaveekihi teineteisest eraldamise. Juhul kui puurauk läbib mitut vettandvat kihti, peab

puuraugu konstruktsioon kindlustama, et isolatsiooni tagamiseks oleks eri põhjaveekihtide üksteisest eraldamisel ettepuuritud puuraugu ja manteltorude läbimõõtude vahe vähemalt 50 mm. Seirepuuraugus peab olema võimalik teha puhastuspumpamist ja veetaseme mõõtmist ning võtta veeproove. Puuraugu suue peab olema suletud eelmises peatükis kirjeldatud viisil (Puuraukude sulgemine ja korrastamine).

Enne puuraugu kasutuselevõtmist ning andmete keskkonnaametile esitamist tuleb teha puhastuspumpamine vee selginemiseni ning seejärel proovipumpamine veekihi hüdrauliliste omaduste määramiseks. Enne proovipumpamise algust peab mõõtma staatilise veetaseme. Proovipumpamise käigus tuleb mõõta dünaamiline veetase, määrata veetaseme alandus ja puurkaevu tootlikkus ning arvutatakse erideebit. Proovipumpamist tehakse tootlikkuse ja dünaamilise veetaseme stabiliseerumiseni. Hüdrogeoloogilisteks uuringuteks rajatud puurkaevust või -august võetakse veeproovid uuringu eesmärgi kohaselt. Veeproove võtab proovivõtja atesteerimistunnistusega isik. Tööde lõpetamist tuleb esitada puurkaevu või -augu andmed keskkonnaametile keskkonnaregistrisse esitamiseks.

Pilt 4.7. Seirekaevuks kohandatud geoloogilise uuringu puurauk.
N 58°51’29,4’’; E 25°46’37,8’’
Foto: Meelis Peetris; 25.04.2010

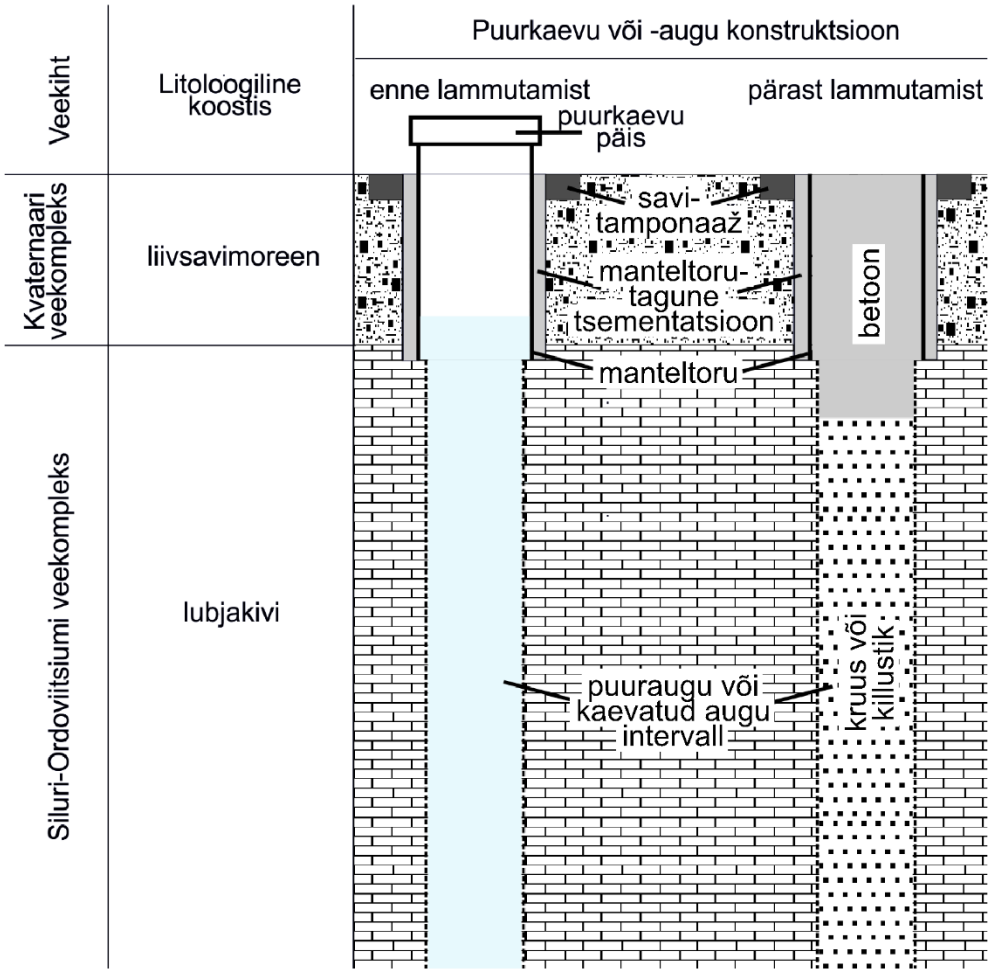
Peamine probleem uuringu käigus puuritud hüdrogeoloogilise puuraugu jätmisel seirepuurauguks on asjaolu, et hüdrogeoloogiliste puuraukude puurimisel ei tsementeerita manteltorudetagust ruumi. Seega tuleks planeerida, kas ja millistes puuraukudes soovitakse geoloogilise uuringu ajal ja hiljem põhjavett seirata ning rajada kohe seirepuurauk selle konstruktsiooni ja rajamise korra kohaselt. Kuna aga seirepuuraugu asukoha planeerimine sõltub koha hüdrogeoloogilisest ehitusest, mis selgub alles pärast puurimist, ei ole võimalik alati seire jaoks mõeldud puuraugu asukohta planeerida. Samuti ei ole mõttekas nii aja- kui ka rahakulumõttes kõigi geoloogiliste puuraukude puhul hakata manteltorudetagust tsementeerima. Seetõttu peaks geoloogilise puuraugu kohandama seirepuurkaevuks võimalust mööda pärast puuraugu rajamist nii, et see vastaks vaatlus- või seirekaevu konstruktsiooni nõuetele (Pilt 4.7).

Joogivee võtmiseks geoloogilise uuringu puurauku üldjuhul kohandada ei saa. Joogivee võtmiseks kasutatav puurkaev peab avama põhjaveekihti, mille vee kvaliteet on joogivee kvaliteedinõuetele võimalikult lähedane ning selle konstruktsioon peab eeltoodud nõuetele lisaks tagama puurkaevu vett andva osa pudedate ja varisevate setete kindlustatuse, nõutud veehulga läbilaskvuse ning vajaliku tootlikkuse juures tahkete osakesteta vee. Puuraugu diameeter peab olema piisav vajaliku tehnika paigaldamiseks. Üldjuhul on karjääride tarbeks rajatud uuringupuuraugud madalad ja avavad maapinnalähedasi põhjaveekihte, mis on sageli maapinnalt tuleneva reostuse eest kaitsmata. Uuringu käigus isoleeritakse manteltorudega üldjuhul vaid purdsetted, mistõttu ei ole sellises puuraugus tagatud joogivee kvaliteedinõuetele vastav vesi.

Kui seirepuurauk on muutunud kasutamiskõlbmatuks, põhjavee seisundile ohtlikuks või on oma kasutusotstarbe kaotanud, siis on puuraugu valdaja või maaomanik kohustatud puuraugu lammutama. Selleks peab hüdrogeoloogiliste tööde tegevusloaga isik koostama puuraugu lammutamise ehitusprojekti, mis koosneb tehnilistest joonistest, seletuskirjast ja lisadest määruses nr 43 esitatud nõuete kohaselt (Keskkonnaministri määrus, 2015).

Puuraugu lammutamisel tuleb teha enne puuraugu tampoonimist puuraugus vajaduse korral puhastuspumpamine puuraugu vee kuuekordse mahu ulatuses ning klooritada puurauku vesilahusega. Puuraugu vett andev osa tuleb täita vett läbilaskva materjaliga (kruus, liiv) nii, et täidetud osa jääb 2...3 meetrit sügavamale puuraugu manteltorude põhikolonni alumisest osast. Ülejäänud puuraugu õõs täidetakse isoleeriva materjaliga (betoon, savi) (Pilt 4.8). Kui puuraugu avatud osa läbib eri põhjaveekihte, siis tuleb tampoonimisel need põhjaveekihid isoleerida, täites vett andvad intervallid vett läbilaskvate setetega

ja tehes veekihte eraldavasse ossa isoleerivast materjalist vettpidava tampooni. Ülevooluga puuraugu lammutamisel tuleb ülevool enne tampoonimist sulgeda. Selleks pikendatakse manteltoru ülevoolu lakkamiseni ja seejärel puurauk tampoonitakse. Kui manteltoru ei ole võimalik ülevoolu lakkamiseni pikendada, tuleb puuraugu vett andvasse ossa pumbata ülevoolu lakkamiseni savilahust ja seejärel puurauk tampoonida. Lammutatud augu kohta tehakse keskkonnaregistris märge „lammutatud“.



Pilt 4.8. Lammutamata ja lammutatud puuraugu läbilõige.

5. KARJÄÄRIDE KORRASTAMINE[36]

5.1. Karjääride korrastamise põhimõtted

Erki Niitlaan, Enno Reinsalu

Korrastamise liigid ja tööd

Korrastamise liikide ja tööde osa koostamisel on kasutatud Enno Reinsalu raamatut „Eesti mäendus III. Diplomeeritud mäeinseneri õpik“ (Reinsalu, 2016b).[37] Mäenduse üks tähtsamaid ja tuntumaid keskkonnahoolde tegevusi on kaevandamisega mõjutatud **maa korrastamine**, mis Eesti oludes seisneb ehitusmaavarakarjääride puhul kas iseseisvalt või kombineerituna järgmistes tegevustes:

- rekultiveerimine (*reclaiming*) – kultuurmaastiku taastamine, sh viljelusmaa taastamine, nagu metsastamine, kultuurheinamaa, põllumaa taastamine;
- uue maa- või maastikutüübi loomine – kaevandatud ala kujundamine veekoguks, ehitusmaaks, pargiks, puhkemaastikuks, prügilaks vms (Pilt 5.1); vt ka peatükki Eriotstarbeline maakasutus.

Kuivõrd ehitusmaavarade kaevandamine muudab maastikku ja reljeefi, on rekultiveerimine ehk esialgse maastiku taastamine pigem erandlik. Valdavalt kaasneb kaevandamisega maa järelkasutuse muutus või teisenemine. Põhimõtteliselt ja tehnoloogiliselt samasugune korrastustegevus toimub ka teistes tööstusharudes, kus maad ja maastikku on majandustegevuse käigus muudetud. Näiteks tootmisjäätmete (tuha, poolkoksi) puistangute sulgemine ja/või ammendatud tööstusala, raiesmike, jäätmaa korrastamine.

36 Peatüki autorite nimed on toodud alapeatükkide juures.
37 Raamat „Eesti mäendus III. Diplomeeritud mäeinseneri õpik“, https://digi.lib.ttu.ee/i/?4611

Kui mistahes maakasutuse lõpetamisele peaks järgnema korrastamine, siis tuleb maavarade kaevandamise puhul arvestada ka kolmanda mõõtme ehk **maapõue korrastamisega,** st

- maapõueuuringu käigus tehtud kaevandite ja puuraukude sulgemist ning uuringu tarbeks tehtud rajatiste lammutamist või kohandamist asupaiga keskkonnaga; vt peatükki Uuringualade korrastamine;
- maapõue tekitatud moodustiste (kaeveõõnte, tunnelite, varjendite, kaevude jts rajatiste) koristamine ning ohutustamine (sissepääsu tõkestamine, avade sulgemine ja peitmine, likvideerimine jms) (Pilt 5.2).

Korrastamine mäenduse mõistes on loodusvara kasutamisega rikutud keskkonna rehabiliteerimine.

Pilt 5.1. Pae järv – puhkeala Lasnamäel.
N 59°25’50’’; E 24°48’08’’
Foto: Enno Reinsalu; 19.10.2015

Vaated järvele vastaskaldal: Pilt 5.48 ja Pilt 8.7.

Pilt 5.2. Klaasiliivakaevanduse tõkestatud varinguava.
Piusa: N 57°50’30’’; E 27°27’57’’
Foto: Enno Reinsalu; 11.06.2010

Korrastada ei tule mitte üksnes otseselt kaevandatud, vaid kogu kaevandamisest mõjutatud maa. Tavaliselt hõlmab see ka mäeeraldise teenindusmaad, aga mõningatel juhtudel ka laiemat ala. Maastiku rehabiliteerimise kõrval hõlmab korrastamine ka kõigi kaevandamise tarbeks rajatud ehitiste lammutamist, kohandamist uueks otstarbeks jms.

Korrastamine ei ole kaevandamisega, sealhulgas lõhkamiste, kaevise veo jm tegevusega kahjustatud ehitiste – hoonete, teede, kraavide, juhtmete – remont ja taastamine. See on kaevandamiskahjude korvamine ja kuulub mäenduse ohutushoiu valdkonda.

Korrastamise tavad, nõuded ja kvaliteet

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.

Üldine nõue on, et korrastatud ala oleks esteetiliselt vastuvõetav.

Korrastamisel on vaja kindlasti silmas pidada väga pikaajalist perspektiivi. Elluviidav korrastamislahendus peab olema kestlik ja hooldusvaba ulatuses, et selle toimimiseks vajalikud tegevused ei ületaks sama maakasutusega seotud tavapäraseid tegevusi.

Kehtiva korra kohaselt tuleb lähtuda korrastamisel määratud suunast ehk eesmärgist, milleks võib olla loodusressursside (metsa, maaviljelusmaa, loodus- või majandusväärtusega veekogu) loomine, aga ka ehitusmaa või mõne muu, näiteks eriotstarbelise territooriumi rajamine või selleks tingimuste loomine. Kõige juures tuleb meeles pidada vajadust säilitada kasutamata jäänud, kuid kasutatava maavaravaru kaevandamisväärsena säilimine ja juurdepääsu tagamine sellele.

Eesmärgi saavutamine ei sõltu mitte üksnes kaevise tüübist, kaevandamise viisist ning kivimite ja setete omadustest. Eesti oludes on oluline tulemuse suunaja ja asjaolu, millega tuleb arvestada, põhjavee tase. Näiteks kui karjääritühemikku valgub vesi, tuleb hoolitseda, et ei tekiks reoveekogum. Veekogu peab olema puhas, soovitavalt veevahetusega, piisavalt sügav eutrofeerumise (toitainerikkaks muutumise) tõkestamiseks ja samas ohutu kõigile elusolenditele, inimesed kaasa arvatud. Peale selle peab korrastatud karjääri külgede nõlvus olema selline, et oleksid välditud varingud, lihked ja erosioon ning oleks tagatud ohutus. Kuid põhjavee tase ei ole püsiv ja sellest tekib eriomaseid olukordi, mida kõiki tuleb korrastamise tehnilises faasis ette näha.

Korrastamise ala

Mõningatel juhtudel tuleb teha korrastamist **väljaspool teenindusmaa ja mäeeraldise piire**

- allpool, kui veekõrvaldusrajatised (kraavid, kogurid, settetiigid) on mäeeraldise põhjast sügavamal, üleväljamise (ülevälje) korral jms;
- kõrval, kui korrastamisega hõlmatakse varem kaevandatud, kuid hüljatud ala; kui puistanguid või rajatisi on rajatud väljapoole teenindusmaad; kui kaevandamise mõju on väljunud teenindusmaa piiridest (lihete korral), üleväljamise korral jms.

Korrastamistöö väljaspool mäeeraldise piire vertikaalsuunas jääb maakasutusõiguse piiresse ja korrastamise projekti pädevusalasse. Horisontaalsuunas piiridest väljumine saab toimuda vaid loa andja ja maaomaniku kokkuleppel. Mõningatel juhtudel võib kohalik omavalitsus nõuda töö tegemisel väljaspool mäeeraldise teenindusmaad ehitusloa olemasolu. Valdavalt ei ole sellisel juhul enam siiski tegemist mitte enam otseselt korrastamisega, vaid rajatiste rajamisega üldise korrastamiseesmärgi saavutamiseks. Näiteks korrastatava ala ühendamisel kraavi, tee, elektriliini, puhkemaastiku vms objektiga.

5.1.1. Ettenägematud asjaolud

Kui kaevandamise käigus ilmnevad ettenägematud asjaolud (geoloogilise situatsiooni muutus, veetaseme arvatust suurem kõikumine, paiknemine teisel tasemel vms), mis muudavad projektlahendi saavutamise ebamõistlikult kulukaks (nt veekogu oluline süvendamine või pinna täitmine), tuleb kokkuleppel osalistega korrastamise suunda muuta. Muutus tuleb asjaosalistega kooskõlastada. Loa andja võib korrastamistingimused anda kaevandamisloas määratud korrastamise suunast ka erinevalt, kui seda tingivad kaevandamise käigus ilmnenud varem teadmata asjaolud või korrastamissuuna ootuse muutus. Viimasel juhul ei tohi uus korrastamise suund siiski olla esialgsega võrreldes oluliselt kulukam.

Kaevandaja peab korrastamisel arvestama asjaoluga, et projektist erinev lahendus ei pruugi oma eesmärki täita ja tööd tuleb ümber teha. Sama tuleb meeles pidada omaalgatusliku korrastamise puhul, mida tehakse ilma projektita.

Kõik mäetööde käigus esinevad asjaolud, mis nõuavad korrastamise projektlahendi muutmist, tuleb hilisemate vaidluste vältimiseks dokumenteerida.

5.1.2. Korrastamise ajastamine

Sageli on levinud arvamus, et korrastada tuleb alles vahetult enne või pärast maavara väljamise (kaevandamise) lõpetamist. Tihti ei ole see varem võimalik, kuid juhul kui on, tuleks maakate ja -põu korrastada tehnoloogiliselt esimesel võimalusel. Korrastamise hilisemaks jätmine võib küll näida äriliselt mõttekas, kuid on tegelikult sageli kulukam ega ole mõistlik, kuna

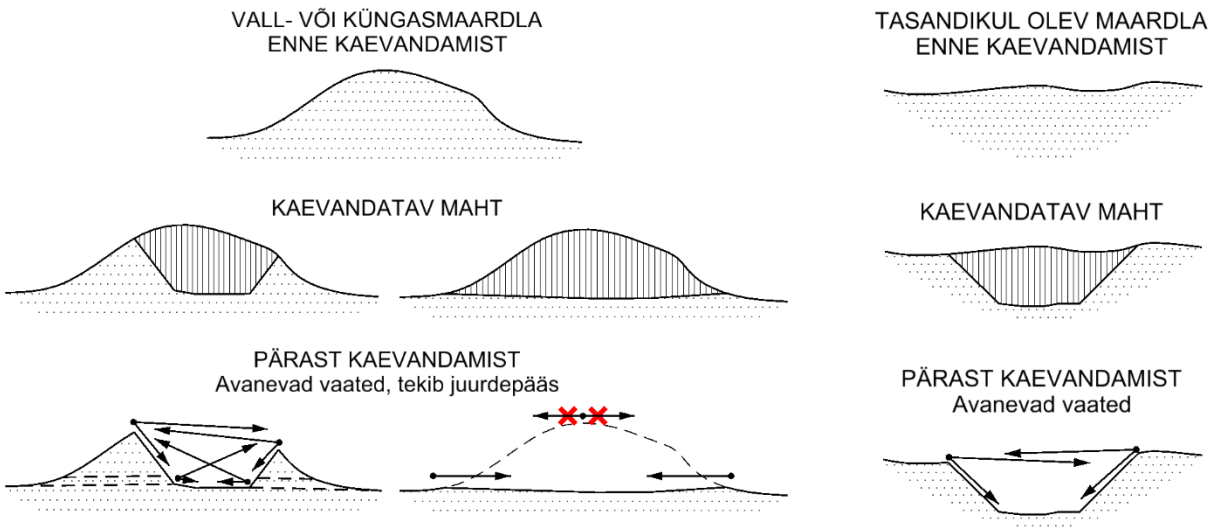
- kaevandamise lõppstaadiumis on kvaliteetsem maavaravaru ammendatud, ettevõtte tulukus langenud ja majandusvõimekus vähenenud;
- kui kaevandamisloa omaja pole varu väljamise perioodil moodustanud õigusaktides ettenähtud kaevandatud maa korrastamise reservi, moodustavad korrastamistööde kulud intensiivse korrastamise ajal ebamõistlikult suure osa kõigist kuludest;
- korrastamine väljaspool kaevandamishooaega aitab efektiivsemalt kasutada nii karjääritehnikat kui ka inimressurssi;
- tehnogeensel maastikul võib tekkida uus kooslus, mis projektikohasel korrastamisel häviks, selle vältimiseks võib tekkida vajadus projektlahendi muutmiseks ja erimeetmete rakendamiseks;
- korrastamata mäeeraldise osa on sageli ohtlik nii karjääri töötajatele kui ka kolmandatele isikutele, kes võivad seal liikuda.

Võimalikult kiire korrastamine läheb kokku avaliku ootusega ja näitab vastutustundlikkust, mis võib hõlbustada mäeeraldise ammendamisel uue saamist.

5.2. Uute pinnavormide tekkimine, kujundamine ja kasutamine

Heiki Kalberg, Arvi Toomik, Erki Niitlaan

Aukkaevandamise tagajärjel tekivad üldjuhul suurema või väiksema läbimõõduga negatiivsed pinnavormid. Sõltuvalt ümbritsevast maapinnast ja juurdepääsetavusest on need vaadeldavad kas ainult ülevalt või ka kaevandamisala põhjast. Tasandikul tekivad sellele vaated ja juurdepääs üldjuhul karjääri pervelt. Positiivse pinnavormi osalisel või täielikul ärakaevandamisel võivad avaneda uued vaated külgneva maapinna loomulikul tasandil ja võivad kujuneda ka täiesti uued vaated. Samas võib avatud positiivse pinnavormi ärakaevandamine kaasa tuua kaugeleulatuva maastiku vaatlemise võimaluse või piirkonda ilmestava maastikuelemendi kadumise (Pilt 5.3). Maastiku vaadeldavuse muutuse ilmekaks näiteks on Tallinna-Tartu maantee ääres 160. kilomeetril olev tankla ja selle juures olev toitlustus- ning puhkekompleks (nn Hollywoodi mäe läheduses), mis on rajatud endisesse karjääri. Tänu maantee läbimurdele on juurdepääs ja sellest lähtuvalt avanevad vaated ka ala põhjas (vt ka Pilt 9.7).



Pilt 5.3. Kaevandamise juurdepääsemise ja vaatlemise võimalused. Vasakul vall- või küngasmaardla, paremal tasandikul olev maardla.

Olenevalt põhjavee tasemest võib kaevandamisalale tekkida veekogu. Veekogu kujundamisel tuleb lähtuvalt ala järelkasutuse kontseptsioonist lahendada

veekogu olemus: loodusliku või tehisliku ilmega maastik; aktiivses kasutuses või kasutuseta veekogu. Looduses ei ole sirgjooni, sirgjooned on inimtekkelised (Pilt 5.4), sellest lähtuvalt on soovitatav enamikul juhtudel (erandiks on väga funktsionaalne tehismaastik) anda taastatavale maastikule loomulikkust imiteeriv kõverjoontega lahendus, seda nii perve kui ka kaldajoone puhul (Pilt 5.5), samuti maastikul olevate teede (Pilt 5.6), pinnavormide jms puhul. Veepinna võimalikust kõikumisest lähtuvalt on võimalik luua erineva niiskusrežiimiga elupaikasid, mis võimaldavad tagada suurema bioloogilise mitmekesisuse nii taime- kui ka loomaliikide poolest.

Pilt 5.4. Näide tehisliku ilmega veekogust sirgjoonelise kalda ja geomeetriliste nõlvadega.
Liivalaia karjäär; 59°20’35,83’’ 24°42’30,3’’
Foto: Peeter Koll; 21.10.2016

Veekogu on eri kallastelt tervikuna vaadeldav, ükskõik kust vaadates on inimese varasem sekkumine märgatav, esteetika ja looduslikkus puuduvad.

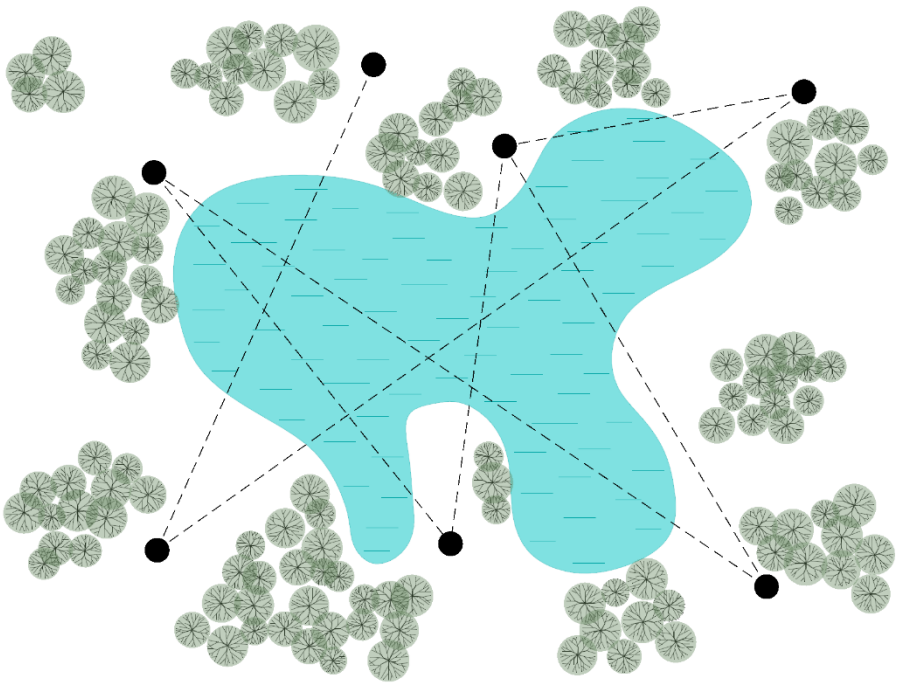
Pilt 5.5. Näide loodusliku olemusega karjäärist – kaldajoon lookleb, vees on ilmselt kõrgem koht, kus kasvab veetaimestik, veekogu servades esineb reljeefi, näha on nii leht- kui ka okaspuid.
Riigiküla liivakarjäär: N 59°25,7'; E 28°7,1'
Foto: Caspar Rüütel (AS Tariston); 14.09.2016

Pilt 5.6. Näide loodusesse sulanduvast teest endises söekarjääris Prantsusmaal Rieulays.
N 50°22'51,4''; E 3°14'42,7''
Foto: Heiki Kalberg; 20.10.2004

Endise söekarjääri korrastamisel Prantsusmaal Rieulays on teele antud looklev kuju (Pilt 5.6). Kuna maastik pole veel „valmis", st puuduvad puud ja põõsad, on

kogu tee looklevus näha. Pärast puude ja põõsaste sirgumist tekivad väiksemad ruumid, osa vaateid lõigatakse läbi ning nii kõrgemalt vaatlejale kui ka teel liikujale tekivad teistsugused ruumid ja vaated.

Maastiku kujundamisel tuleks vältida üksluisust – Eesti oludes näiteks sageli esinevaid sirgete servadega ühtse reljeefiga lahendusi, kuhu on rajatud monokultuurne puistu. Tehniliselt kõige lihtsam teha, kuid vaatamiseks igavaim ja esteetiliselt vähe pakkuv. Vaadeldavusel on oluline mitmekesisus, seda nii reljeefis, taimestikus, üksikelementides (teed, puud, ehitised jms) kui ka ruumides ja sealt avanevates vaadetes. Haljastuse või küngastega saab vaateid sulgedes ruumi liigendada selliselt, et väiksemas ruumis viibijale luuakse illusioon eraldatusest, ruumis liikudes muutuvad vaated ja vaadete pikkused (Pilt 5.7).



Pilt 5.7. Näide kõrghaljastusega tekkivatest eraldatud ruumidest.

Psühholoogid on kindlaks teinud, et inimestele meeldib enam poolavatud maastik – maastikku inimtegevuseks kavandades tuleb ka seda põhimõtet järgida.

Kujunduskontseptsioonist lähtuvalt võib pinnavormis sulanduda olemasolevasse või vastanduda olemasolevaga – oluline on põhjendus, miks selline lahendus valitakse. Ei ole üldvalemit, kas hea on auk või hea on küngas – kõik on koha- ja eesmärgipõhine.

5.3. Ehitusmaavarakarjääride tehniline korrastamine

Ole Sein, Enno Reinsalu

Korrastamine on projektipõhine tegevus.

5.3.1. Tehnilise korrastamise eesmärgid ja nõuded

Kogenud kaevandaja tellib endale eesmärgipõhise ja nõuetelevastava korrastamise projekti, vähemalt eskiisprojektina, juba mäetööde algfaasis ja alustab tehnilise korrastamisega esimesel võimalusel. Kulu korrastamise projektile on marginaalne võrreldes „isetegevusliku“ korrastamise vigade parandamisega. Kohesel projektipõhisel korrastamisel on võimalik mahukaid töid, nagu nõlvade kujundamine, puistangute tasandamine, teha ühel ajal väljamisega.

Mäetööde lõpetamisel peab karjääris olema tagatud ümbritsevate kinnistute maapõue tugi (vt Pilt 5.14) ning korrastatud maa peab võimalikult loomulikult sobituma ümbritsevasse keskkonda.

Tehnilise korrastamise **üldised eesmärgid** võivad olla

- maavara kaevandamisväärsuse säilitamine, viljelusmaa (metsa, loodusliku rohumaa jmt) loomine;
- ümbruskonnast meeldivalt erineva looduskeskkonna kujundamine, kaasa arvatud veekogu moodustamine;
- uue väärtusega maa loomine, võimalik maapinna täitmine jääkide või jäätmete utiliseerimise teel.

Eesmärk tuleb määrata korrastatud maa kasutamise sihtotstarbega. Tehniliste korrastamise nõuete formuleerimisel tuleb kaaluda, millised on

- mullakäitluse nõuded (vt peatükke Mullakäitlus ja Põllumaaks korrastamine) ja bioloogilise korrastamise eeldused;
- maa ja maapõue geoloogilised ja hüdrogeoloogilised olud, veerežiim;
- elanikkonna arvamused ja suundumused;

- majanduslikud aspektid, eelkõige milline oli kaevandamisega muudetud maa enne kaevandamist – oli see põllu-, metsa- või jäätmaa;
- mäendusolud, mis lähtuvad näiteks sellest, kas lähikonnas on teisi mäeeraldisi või kas korrastamist tehakse ühes või mitmes jaos;
- taastatava maa nõutavad ehitus- ja hüdrogeoloogilised omadused ning geokeemiline seisund; tehnogeense pinnase geokeemilised indikaatorid, nagu happesus, lõimis, mikroelementide jaotus;[38]
- objektipõhised olulised asjaolud.

Korrastamise projekti lähteülesande koostamisel tuleb lähtuda keskkonnamõju hindamise soovitustest (kui neid on), arvestada maaomaniku pakutud tingimusi ja kohaliku omavalitsuse arvamust.

Kuigi korrastamise nõuded seab kaevandamisloa andja, on olemas ka üldine, kõikehõlmav kord:

- tehniline korrastamine on projektipõhine tegevus, mille aluseks on kas korrastamisprojekt, sulgemisprojekt, kaevandamise projekt või nende osa (projekti alajaotus);
- korrastada tuleb kogu kaevandamistegevusega muudetud maa – karjääri mäeeraldise teenindusmaa (mitte ainult mäeeraldis või viimase loa ajal kaevandatud ala);
- korrastamist on mõistlik alustada varakult, kaevandamise käigus, samal ajal väljamisega, sest uus maa valmib alles mitme aasta pärast;
- kaevandamine on lõppenud, kaevandamisõigus (-luba) ammendunud ja mäetööstur kohustustest vaba alles siis, kui mäetööstus- ja tootmismaa on maakatastrisse uue sihtotstarbega tagastatud.

Korrastamine on mäetöö ning selle tegemiseks kasutatakse tavapärast karjääritehnikat (Tabel 5-1). Masinate reaalne kasutatavus sõltub nende kättesaadavusest, tööde mahust ja perioodist ning majanduslikest arvutustest. Sarnaselt kaevandamisega tuleb soovitud tulemuse tagamiseks eri masinate operatsioone kombineerida. Masinavaliku põhjendatud soovitused peab andma projekti koostaja, kuid lõpliku valiku teeb arendaja lähtuvalt tööde eesmärgist ja majanduslikust efektiivsusest.

38 Hüljatud asumite, tuha- ja poolkoksipuistangute ning militaaralade geokeemiline uuring hõlmab sihipäraselt palju rohkem pinnasesaaste indikaatoreid.

Tabel 5-1. Peamised korrastamisel kasutatavad masinad ja nende töötsoonid.

Töötsooni raadius, m	Masin	Kasutusala
< 10...20	Ekskavaator	Vähest liikuvust nõudvad tööd, nt nõlvade tasandamine.
< 100	Buldooser	Materjali väikesemahuline transportimine (= tarimine), maa tasandamine jms.
< 250	Rataslaadur	Materjali tarimine, nõlvade täitmine jms.
> 250	Liigendkallur	Materjali vedu rasketes tingimustes ning teede puudumisel, nt täitepinnase toomine.
	Karjäärikallur	Materjali suuremahuline vedu mööda karjääriteid.
	Maanteekallur	Materjali suuremahuline vedu mööda maanteid ja karjääriteid.

Kavandades korrastamist, eriti ettevõtte sulgemisel, tuleb arvestada, et pikaldase kaevandamise ajal võib korrastatud maa kasutamise sihtotstarve olla aegunud. Seepärast on mõistlik hankida uued korrastamise tingimused (lähteülesanne) ja vajaduse korral korrastamise ja/või sulgemise keskkonnamõju hinnang, et saada ettekujutus kaevandatud maa kasutamise viisist.

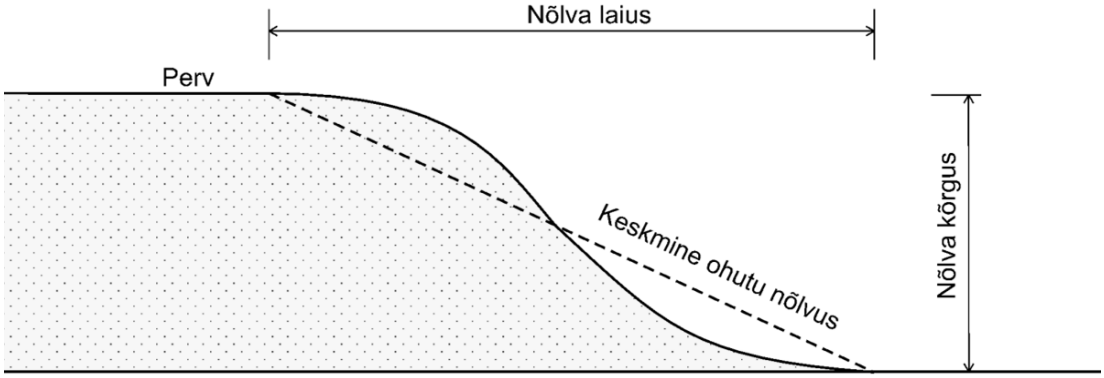
Korrastamine ei välista kaevandamisest põhjustatud ettenägematuid, hiliseid, mitmekümne aasta pärast ilmnevaid nähtusid, mida põhjustavad nn posttehnoloogilised protsessid maapõues, kuid hoolika, projektipõhise korrastamise ja sulgemisega on võimalik negatiivset hilismõju vältida.

5.3.2. Nõlvade kujundamine

Tehnilise korrastamise üks esimesi töid on karjäärinõlvade kujundamine ja korrastamine. Minimaalse nõudena peavad nõlvad olema geotehniliselt püsivad ning tagama külgnevatele aladele piisava maapõue toe (Tabel 5-2, Tabel 5-3). Majanduslikult kõige efektiivsem on korrastada nõlvu samal ajal mäetöödega, kui masinad on karjääris ning töötsooni vahetus läheduses. Ka on majanduslikult kõige efektiivsem purdsetete karjääris jätta nõlvad kohe õige nõlvusega.

Nõlvade kuju ja tüübid

Nõlva tüüp sõltub karjääri ja seda ümbritsevatest kivimitest ja setetest, veerežiimist ning maavara väljamise tehnoloogiast (Tabel 5-2). Karjääri nõlvade ja puistangute külgede kalded (nõlvanurgad, nõlvused), mõõdete tolerantsid (mõõtemääramatus) ja mõõtmise meetod fikseeritakse kaevandamise ja korrastamise projektides. Nõlvade puhul, nii kujundamisel kui ka kontrollimisel, tuleb aluseks võtta, mõõta ja hinnata numbriliste parameetriste keskväärtusi (Tabel 5-3). Purdsetete karjäärinõlva näitlikud parameetrid on kujutatud järgneval skeemil (Pilt 5.8).



Pilt 5.8. Karjäärinõlva elemendid liivakarjääri näitel.

Tabel 5-2. Nõlvade tüübid, nurgad ja nõlvused (= kalded) eri kivimites ja setetes.

Nõlva tüüp	Nõlva nurk, °	Nõlvus (kõrgus/ laius), %	Kivim ja sete	Olukord, esinemine
Tasane	0…3	< 5	Purdsetted: muld, liiv	Hüdropuistangu-pealne, uhutud liiv, hiib
Lauge	3…8	5…15	Purdsetted: pinnas, liiv, kruus	Tasane/tasandatud karjääri põhi
Kaldne	8… 30–35	15… 60–70	Purdsetted: liiv, kruus; ka tehno-setted (tuhk, poolkoks)	Tasandatud või pikalt seisnud astangud, kvaternaarisetete puistangud
Järsk	30–35 …70	60–70 …275	Niiske ja/või tsementeerunud sete ning kivim: kruus, tihke savi, poolkaljune dolokivi, tehnosete (tuhk ja poolkoks)	Vahetu kaevandamise esi purdsetes, tsementeerunud setted, lubja- ja dolokivi puistang või laugem astang
Püstne nõlv ehk sein	70…90	> 275	Ühtlane kaljune kivim: lubjakivi, dolokivi	Lõhatud lubja- ja dolokivikarjääri esi, jäätunud või tsementeerunud puistang
Negatiivne ehk ripe	> 90	∞	Nõrga jalamiga kaljune kivim: pankrannik	Poolkaljuste kivimite astangud, ebaõnnestunud lõhkamine

Kriipsuga eraldatud arvud (näiteks 30°…35°) märgivad erisusi, mis sõltuvad materjali omadustest: lõimisest, sisehõõrdenurgast, niiskusest, tsementeerumisest, paakumisest. Omaduste teadmine eeldab mõõdistamist, teime, vaatlusi, kogemust.

Võrdluseks: 26°...34° (tõus 1 m kohta 0,5...0,7 m) on kortermaja trepi tõusunurk.

Nõlvatüüpe illustreerivad Pilt 5.9, Pilt 5.10, Pilt 5.11 ja Pilt 5.12.

Pilt 5.9. Püsiv, järsuks kujundatud ehituslubjakivikarjääri nõlv.
Tallinn, Lasnamäe: N 59°25’50,4’’; E 24°52’28,5’’
Foto: Enno Reinsalu; 20.05.2013

Karjääri pervel on haljastatud tõkkevall ja põhjas on näha rikastushiiva settetiik.

Pilt 5.10. Lauge-kaldne nõlv.
Hagudi II kruusakarjäär: N 59°02’53,0’’; E 24°50’40,1’’
Foto: Mikk Sarv; 06.2013

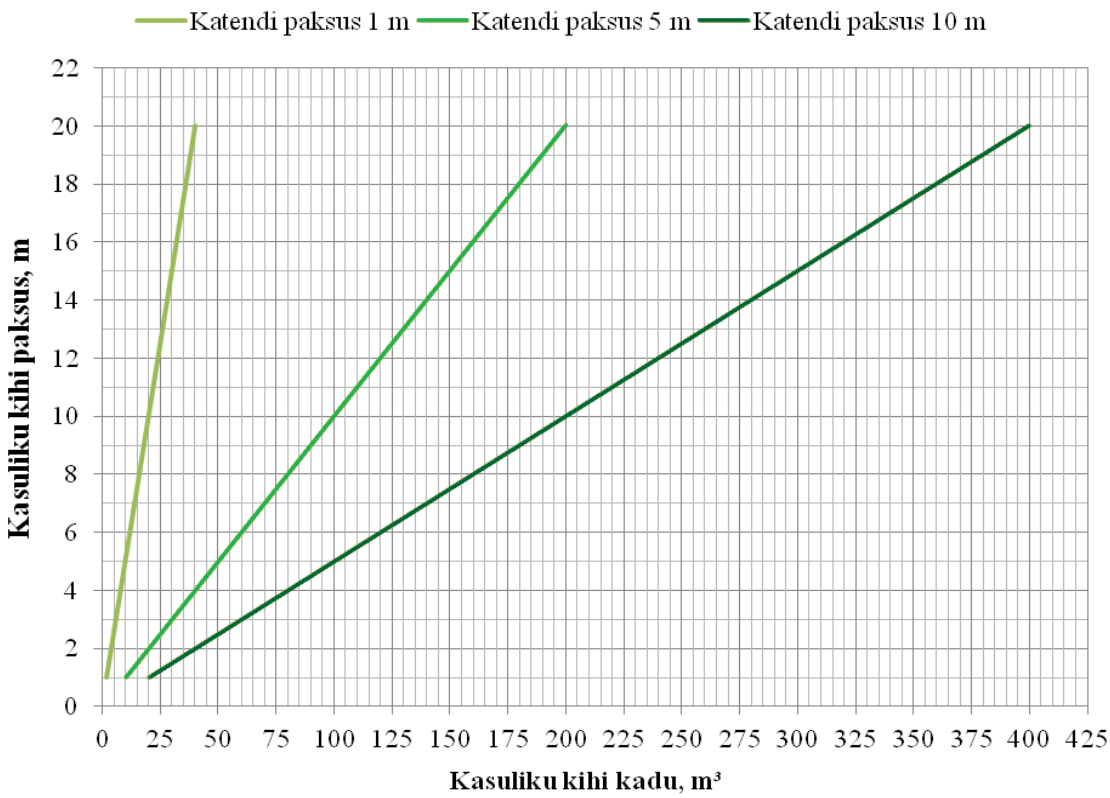
Pilt 5.11. Korrektselt, kuid loodusesse vähesobivalt korrastatud nõlv.
Suurepsi kruusakarjäär: N 58°55’9,0’’; E 22°11’4,5’’,
Foto: Ole Sein; 23.05.2012

Pilt 5.12. Looduspäraselt kujundatud ja isetaimestunud nõlvad.
Siimusti liivakarjäär: N 58°44’2,9’’; E 26°19’19,5’’
Foto: Ole Sein; 23.05.2012

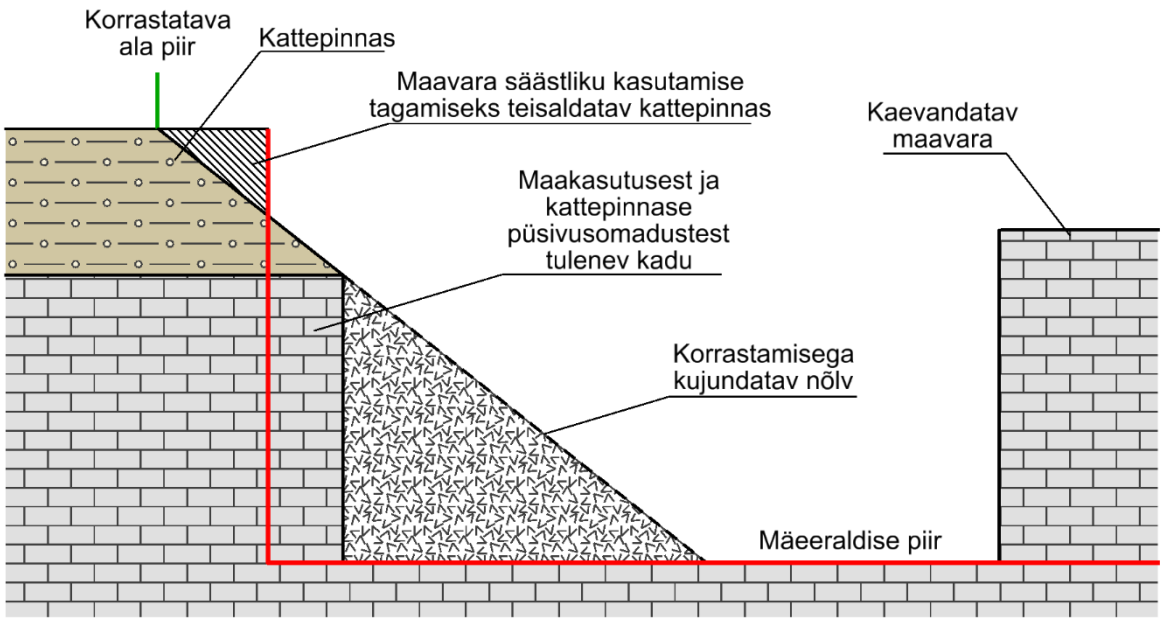
Peale kasuliku kihi nõlvade korrastamise karjääris tuleb arvestada ka maavara peal lasuva katendi nõlva kujundamisega. Eriti oluline on seda arvestada

paksema katendiga paekarjäärides. Olenevalt katendi materjalist on selle soovitatav nõlvanurk laugem kui 25...35 kraadi. Selleks, et vältida kattepinnasest maapõue toe tagamisel tekkivat maavara kadu (Pilt 5.13), on mõistlik seal, kus mäeeraldis on ümbritsetud sellest laiema teenindusmaaga, väljata mäeeraldise piires maksimaalselt maavara ning kasutada katendi nõlva moodustamiseks teenindusmaad (Pilt 5.14).

Võimaluse korral tuleks moodustada nõlvad teenindusmaale väljapoole mäeeraldist. See tagab maavara säästlikuma kasutamise ja sellekohane lahendus tuleb projektis, veel parem, maavara kaevandamisloa taotluses ära näidata. Seeljuures tuleb tugineda maapõueseadusele, mille kohaselt on nimetatud tööd lubatud üksnes mullakaitsenõuete täitmiseks ning kraavide, settebasseinide ja teede rajamiseks.



Pilt 5.13. Materjali kadu pehme pinnase (nõlvus 1 : 2) hoidetervikus sõltuvalt astangu kõrgusest.



Pilt 5.14. Teenindusmaa kasutamine maavara säästlikuks kasutamiseks.

Nõlvanurgad

Varasemad korrastamisjuhendid kirjutasid nõlvanurkade väärtused ette. Nüüdseks on aru saadud, et looduskeskkonna määramatus ei luba sätestada kõikehõlmavaid kanoniseeritud arvväärtusi ja kunagisi nõudeid (Tabel 5-3) käsitletakse soovituslikena, millel igaühel on oma spetsiifiline mõõtemääramatus. Tuleb teada, et nõlva nurkade suhteline mõõtemääramatus on sõltuvalt mõõdistamise baasist kuni 10%. Muude mõõtmete määramatus võib olla looduses 10...100%. Mõõtemääramatuse rajad tuleb deklareerida projektis ja näidata joonistel, kas üldiselt kõigi või iga üksiku mõõte juures.

Kuna purdmaterjalide ja -setete, nii looduslikus olekus kui ka kaevisekuhilate nõlvade (kalde)nurgad sõltuvad lõimisest ja terade (osakeste) kujust, saab täpsemaid andmeid geoloogilise, sh ehitusgeoloogilise uuringu (teimimise) alusel. Nii kaevandamise kui ka korrastamise tehnilises projektis, samuti töödokumentides tuleb arvesse võtta materjali lõimist (terasuurust, sõredust), niiskust ja erijuhtudel isegi sette tsementeerumisastet. Näiteks ehitusliival ja klaasiliival (mis tegelikult on liivakivi) on nõlvade hetk- ja kestuspüsivus vägagi erinevad.

Projektis tuleb kontrollmõõdistamiste usaldusväärsuse tagamiseks deklareerida mõõtmisbaas (kaldlõigu pikkus), mõõtemääramatus (tolerantsid) jmt.

Tabel 5-3. Soovituslikud nõlvade ja kaldaalade parameetrid.

Kaevandatav maavara ja tingimused	Nõuded
Liiv ja kruus, veepealne nõlv	Maksimaalne lubatav nõlvakalle (nõlvus)
Peene- kuni keskmise- teraline liiv	26...30° (1 : 2 kuni 1 : 1,7)
Jämedateraline liiv ja kruus	30...35° (1 : 1,7 kuni 1 : 1,4)
Liiv ja kruus, veealune nõlv	Nõlvanurk peab olema väiksem kui püsinurk
Peeneteraline liiv	12° (1 : 4,7)
Keskmise- kuni jämeda-teraline liiv	18...20° (1 : 3 kuni 1 : 2,7)
Kruus	26° (1 : 2)
Paas (lubjakivi ja dolokivi)	Variandid: • püstsed nõlvad (nõlvanurk > 70°) teha laugeks ja katta pinnasega nii, et nõlvanurk ei ületaks katva materjali püsinurka (eespool toodud nõuete kohaselt); • jätta sein ja puhastada see ripetest, tõkestada auk ülevalt valli, põõsastiku või piirdega, laskumiseks rajada teeradu või treppe.
Savi	Iga karjääri geotehniliste tingimuste järgi
Mistahes karjääri kujundamisel veekoguks	• veekogu sügavus > 2 m (v.a juhul, kui need tingimused ei taga veekogu sihtotstarbelist kasutamist); • kaldaperv > 1 m kõrgemal maksimaalsest veetasemest; • veetaimede madalaveeline kasvuala > 5% veekogu pindalast.

Püsinurkadest rääkides tuleb eristada nõlva hetk- ja kestuspüsivust. Hetkpüsivus iseloomustab käideldavat nõlva väljamise ajal, kestuspüsivuse saavutab nõlv ja kuhila külg alles pärast pikemat viibimist tuule ja sademete käes või vee all. Juhul kui nõlvas esineb erinevate püsivusomadustega materjale (nt liiv lasub kruusal), siis tuleb nõlva kujundamisel lähtuda vähem püsiva materjali omadustest.

Veealused nõlvad

Mistahes töö karjääris allpool veepiiri on tehniliselt keerukam kui kuival astangul. Veekogu moodustamisel tuleb teha kompromisse soovitud tulemuse majandusliku mõistlikkuse nimel. Veekogu moodustamisel on kaks võimalust:

1) Kui tegemist on karjääriga, kus varem on väljatud ainult veepealset varu, on mõistlik mäetööd korraldada nii, et korrastamisnõudeid oleks võimalik järgida tööde käigus.

2) Kui tegemist on juba tekkinud veekoguga, mis vajab ka korrastamist (vt ka peatükki Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad) tuleb korrastamisnõuete määramisel olla paindlik ning seada eesmärk, mille saavutamine oleks realistlik nii looduse, maakasutuse, tehnika kui ka ohutuse poolest.

Kuna veetasemest madalamal olev karjääriosa on majandushuvidega inimese jaoks kõrvalise tähtsusega, on veekogude moodustamisel mõistlik lähtuda eelkõige looduskeskkonna kujundamisest. Sellekohaseid veekogu kujundamise soovitusi leiab edasises (Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad). Tehnilisi võtteid ja ohutust on käsitletud maavarade kaupa, vt peatükke Liiva- ja kruusakarjääride korrastamine; Savikarjääride korrastamine; Paekarjääride korrastamine.

Tehisveekogu rannaala kujundamine

Nõlvade kujundamisel veekogu rannaalaks tuleb tagada, et selle kasutamine oleks võimalikult mugav ja ohutu. Seetõttu tuleb hoiduda rannaala katmisest mullaga, et ei hakkaks vohama umbrohi ja võsa. Vajaduse korral võiks kivise pinna katta liivakama materjaliga. Ranna rajamisel peab selle nõlvus olema materjali püsinõlvusest laugem – olenevalt objekti võimalustest, mitte suurem kui 1 : 5 (vt ka Tabel 5-2). Veealuses osas peab laugus olema tagatud vähemalt 2 m sügavuseni minimaalsest veetasemest.

Rannaala asukoha valimisel on soovitatav eelistada karjääri päikesele avatud nõlvu.

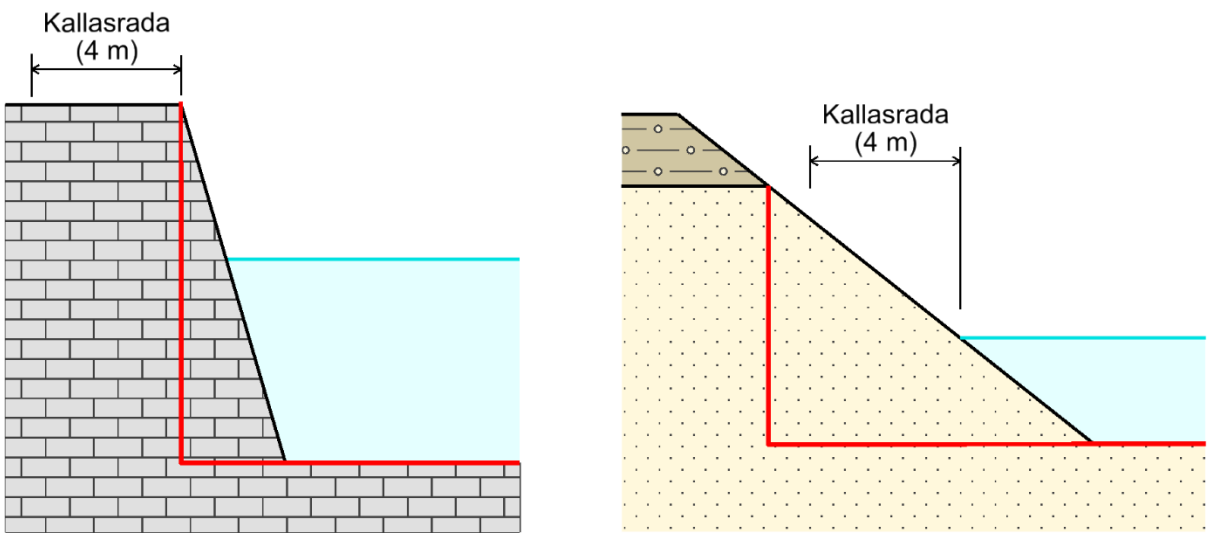
Kallasrada

Kallasrada on kaldariba avaliku veekogu ääres, kujundatud veekogu kasutamiseks (kalastamiseks, suplemiseks) ja veepiiril liikumiseks.

Kallasraja koridori laius on laevatatavatel veekogudel kümme meetrit ning teistel veekogudel neli meetrit (Keskkonnaseadustiku üldosa seadus § 38). Kallasraja koridori laiust arvestatakse lamekaldal põhikaardile kantud veekogu piirist ja kõrgkaldal kaldanõlva ülemisest servast, arvates viimasel juhul kallasrajaks ka vee piirjoone ja kaldanõlva ülemise serva vahelise maariba.

Lame- ja kõrgkalda defineerimisel tuleb lähtuda kallasraja eesmärgist. Peab olema tagatud inimeste ja transpordivahendite liikumise ja viibimise võimalus kallasrajal, seda ka järsu kaldanõlvaga veekogude ääres. Järsu nõlva või astanguga kalda puhul, kus liikumine ja viibimine on maapinna reljeefi tõttu oluliselt raskendatud, määratakse kallasraja koridori laius (4 või 10 m) kaldanõlva ülemisest servast (Pilt 5.15).

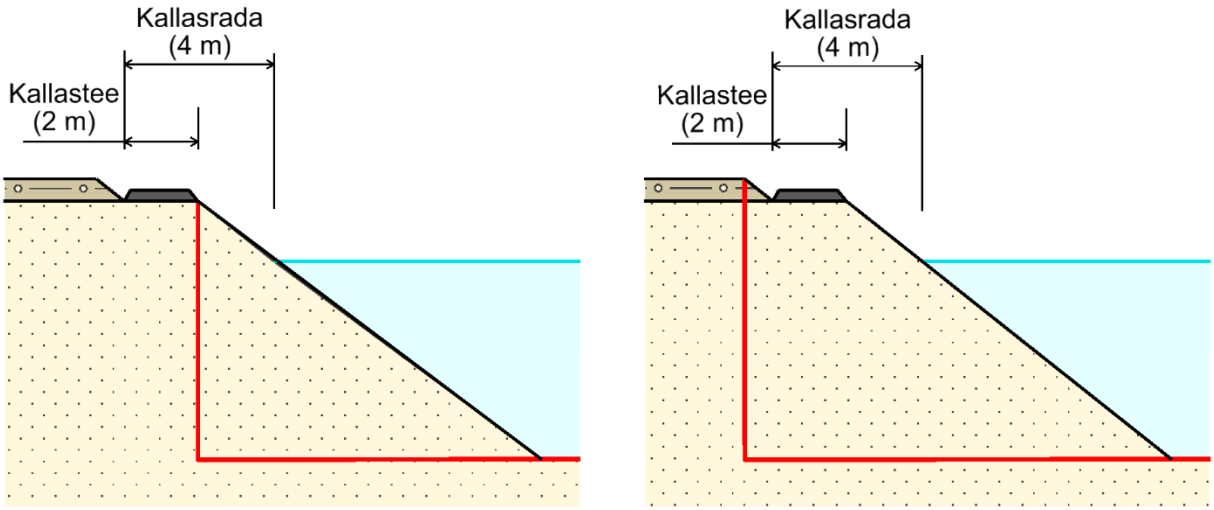
Kallasraja määramisel tuleb lähtuda korrastamise eesmärgist ja objektipõhisusest. Kuni 25° kaldega, vähese kasutusega purdsetete, karjääri nõlvadel täidab kallasraja koridori ülesannet nõlva ülemine kaldpind. Senine sarnase kaldega nõlvadega veekogude avalik kasutus on näidanud, et purdsetel nõlvadel liikuvad inimesed kujundavad enda tegevusega looduslikumad, looklevad teerajad.



Pilt 5.15. Kallasrada kõrgekaldal (vasakul) ja lamekaldal (paremal). Punase joonega on tähistatud mäeeraldise, sh maavara piir.

Puhkemaastike kujundamisel on soovitatav kallasraja koridori rajada eraldiseisvad kallasteed, mille laius võiks olla 2…3 m. Selline tee võiks olla võrreldes nõlvaga tasapinnalisem ja peaks asuma teenindusmaal ega tohiks tekitada maavara kadu.

Kuivõrd järsema nõlvaga karjääride puhul võib kallasraja jätmise vajadus põhjustada maavara kadu, tuleb võimaluse korral eelistada kallasrajaks alasid väljaspool mäeeraldise piire (Pilt 5.16). Veekogudel, mis pole ette nähtud avalikuks kasutamiseks, ei pea kallasrada olema ning nende ääres viibimisele laieneb võõral maal (eramaal) viibimise üldregulatsioon.



Pilt 5.16. Maavara kaota kallastee (soovitatav, vasakul) ja maavara kaoga, kallastee (mittesoovitatav, paremal). Punase joonega on tähistatud mäeeraldise piir.

5.3.3. Karjääri põhja kujundamine

Karjääri põhi on nõlvadest sissepoole jääv ala, kus toimus peamine maavara väljamine. Eestis on geoloogilistest tingimustest lähtuvalt ammendatud karjääride põhjad loomult lainjad-lauged. Maavara nõuetele mittevastavate väljamata jäänud läätsede, põndakate jms tasandamise vajadus tuleb otsustada objektipõhiselt. Arvesse tuleb võtta maastiku liigendatust, pinnavormide ohutegureid, esteetilist ilmet, eeldusi bioloogiliseks korrastamiseks jms.

Karjääri kuiva astangu põhi

Põhi tuleb siluda tasaseks. Pind ei pea olema rangelt tasapinnaline, kuid vältida tuleb sulglohkude teket. Karjäärides, kus põhja moodustab vett vähejuhtiv materjal, tuleb lähtuvalt eesmärgist kaaluda maapinna täitmist, veekogu moodustamist või kraavituse rajamist. Moodustatav veekogu võib olla ka ajutine veekogur, mis liigvee korral võtab vee vastu, kuid kuival aastaajal kuivab ära. Valdavalt tuleb osaliselt või ajutiselt üleujutatud karjääri põhja vältida, v.a juhul kui seda tuleb lasta juhtuda keskkonnakaitselisest vajadusest lähtuvalt.

Veekogu põhja järeltasandamine

Karjääri tekkinud veekogu või veealuse väljamise ala põhja järeltasandamine on tehniliselt keeruline ja seetõttu on oluline korrastamise eesmärgile pürgimine juba maavara väljamise ajal. Ujumisveekogude kasutatavas osas peab veekogu põhi olema tasane või lauge (Tabel 5-2). Karjääride osad, mis jäävad alaliselt veepinnast sügavamale kui 2 m, võib jätta muutliku reljeefiga. Puistangud, kivikuhilad jms, mis jäävad veetaseme taastumisel sügavamale kui 2 m, võivad üldiselt jääda tasandamata. Sellised elemendid muudavad veekogu elutingimused rikkalikumaks ega kujuta inimestele otsest ohtu. Nad jäävad veepealsele vaatlejale märkamatuks, kuid pakuvad huvi näiteks sukeldujatele. Vettehüppetornide jms atraktsioonide rajamise kohtades peab olema veesügavus atraktsioonile vastav ja ohutus kontrollitud.

Kalade elukeskkonna mitmekesistamiseks võib karjääri põhja jätta (või hiljem uputada) puid, aga ka ohtlikest (leostuvatest) materjalidest puhastatud maju, tehnikat jms. Näiteks liivase ookeanipõhja elukeskkonna elavdamiseks uputatakse Põhja-Ameerika idarannikule metroorongide puhastatud vaguneid. Sellised objektid veekogu põhjas pakuvad huvi ka akvalangistidele, nagu on teada Rummu lubjakivikarjääri näitel.

5.3.4. Karjäärirajatiste korrastamine

Settetiigid ja kraavid

Olenevalt karjääris kasutatavast veeärastuse meetodist võivad settebasseinid asuda kas karjääri põhjas maavara lamamis või ülemisel astangul, mäeeraldise teenindusmaal. Kui korrastamise eesmärk on jätta veekõrvaldus toimima, tuleb ka settetiik vastavalt kohaldada (Tabel 5-4). See on siiski võimalik üksnes isevoolse veeärastuse korral. Lähtuvalt praktikast on kraavituse ja tiigi korrastamisel eesmärk selline, et nende soovituslik hooldusvälp oleks vähemalt 20 aastat.

Tabel 5-4. Settetiikide korrastamise tegevused.

Veekõrvaldussüsteemi säilitamine	Veekõrvaldussüsteemi sulgemine
I variant • puhastada tiik settest; • täita tiik osaliselt, vastavalt kraavi üldisele ristprofiilile; • tagada kraavi nõlvade püsivus.	I variant • täita tiik pinnase, kivide või muu inertse materjaliga; • tasandada ja korrastada bioloogiliselt.
II variant • puhastada tiik settest; • korrastada tiigi kaldad; • lähtuda üldisest eesmärgist.	II variant • puhastada tiik settest; • korrastada tiik tuletõrje veevõtukohaks või mõneks teiseks veekoguks; • tagada vajalik sügavus; • korrastada tiigi kaldad.

Täitmiseks tuleb kasutada looduslikku pinnast, kive või muud inertset materjali, vajaduse korral ka savi või liivakat savi (Tabel 1-2). Kasutatava materjali järgi peab projekteerija ette nägema materjali tihendamise või arvestama selle vajumisega aja jooksul, eriti kui rajatised lamamis ulatuvad põhjaveekihti. Väheviljaka ja kivise pinnase kasutamisel väheneb kallaste võsastumine ning pikeneb hooldusvälp.

Jäätmed ja jäägid

Karjäärid pakuvad mitmekesist võimalust inertsete ja looduses mittereageerivate jäätmete ja jääkide ladustamiseks. Savikarjäärid sobiksid isegi ohtlike jäätmete paigutamiseks, kuid see nõuab eriprojekti ega kuulu korrastamise pädevusalasse.

Jäätmete ladustamine muudab korrastamise projekteerimise enamasti keerulisemaks, sest ladustamine võib jätkuda ka pärast kaevandamisloa kehtivusaega. Siis väljub see tegevus maapõueseaduse reguleerimisalast. Kui ladustamine lakkab loa kehtivusaja lõpuks, kuid võib hiljem taastuda, siis korrastamise projekteerimisel on raske arvestada, kui suures ulatuses karjääri täita õnnestub. Mõnevõrra lihtsam on olukord eramaadel, kus vastutus langeb omanikule.

Ajalooliselt on toimunud meelevaldne jäätmete ja jääkide karjääridesse vedamine, kuid on ka teada karjäärist mittepärinevate jäätmete projektipõhist ladustamist reljeefi kujundamisel, mida tehakse projekti järgi. Karjääri täitmist võib soovitada juhul ja kohas, kus kogu maavara on väljatud või see ei hakka takistama jääkvaru väljamist. Täitmine võimaldab suhteliselt väiksema kuluga kavandada soovitud maastikukujundamist. Materjali ei ole vaja ümber paigutada, vaid ladestada soovitud kohas ja hulgas. Kui ladestamine hakkab oluliselt mõjutama korrastamise tulemust, on eriti tähtis, et ladestatavad kogused on õigesti prognoositud.

Puistangud ja laod

Suurem osa Eestist on tasane ning uusmoodustised – tehislikud elemendid ja puistangud – mõjuvad üldsusele visuaalse reostusena. Seetõttu on senine korrastamise praktika pigem ette näinud positiivsete pinnavormide tasandamist. Tuleb meeles pidada, et ükski ladu ega puistang ei ole moodustatud selleks, et maastikku sulanduda, kuid see on korrastamise käigus saavutatav. Näiteks Rummu karjääri sõelmete puistangust on saanud tuntud maamärk.

Puistangutes ladustatud turustamata mineraalmaterjal tuleb kasutada teenindusmaa piires vajalike tasandus- ja täitmistööde tegemisel. Puistangute ja ladude maht ületavad enamjaolt kümneid tuhandeid kuupmeetreid ning seetõttu on nende igakordne liigutamine kulukas. Puistangute moodustamist

saab vältida, kui materjal kasutada kohe ära korrastamisel. Mõistlik on ka jäägikuhilate moodustamine sobivasse asukohta lähtuvalt korrastamise eesmärgist (vt ka peatükki Eriotstarbeline maakasutus). Veekoguks korrastamisel annavad puistangud ja laod võimaluse saarte moodustamiseks.

Puistangute ja ladude korrastamisel tuleb lähtuda nende koostisest ja käsitleda neid kui nõlvu (vt peatükki Nõlvade kujundamine).

5.3.5. Korrastatud taristu ja tõkked

Järsema kui 35° nõlva puhul tuleb lähtuvalt korrastatud maa kasutamise eesmärgist ja ligipääsetavusest kaaluda pervele piirde rajamise vajadust (Tabel 5-5). Piirdeid tuleb rajada pervedele, kuhu on lihtne ligipääs ja kus on oht, et sinna satub inimesi. Piirded ja tõkked on sarnased karjääri üldise tehisliku ilmega ning nende vajaduseta rajamist taastatavasse looduskeskkonda tuleb vältida (Pilt 5.17 ja Pilt 5.18).

Tabel 5-5. Piirded ja nende eluiga.

Piire	Piirde eluiga
Puitaed	5...10 aastat
Immutatud puitaed	15...20 aastat
Pinnasvall kõrgusega 1 m	> 20 aasta (vall erodeerub ja taimestub, mille tulemusena tema eluiga võib nii pikeneda kui ka lüheneda)
Metallaed	> 25 aasta
Kividest piire	> 50 aasta

Tõkete rajamisel tuleb järgida printsiipi, et järsak või allakukkumise koht ei tuleks ootamatult.

Pilt 5.17. Puidust piire.
Riigiküla liivakarjäär: N 59°25,7'; E 28°7,1'
Foto: Caspar Rüütel (AS Tariston); 14.09.2016

Avalikuks kasutamiseks korrastatavatele karjääridele tuleb lähtuvalt nende eesmärgist rajada juurdepääsuvõimalused. Teede rajamisel tuleb eelistada karjääri töötamise käigus kasutatud veoteid, kuna need on rajatud raskeveokite nõudeid arvestades ning üldiselt püsivad. Vajaduse korral tuleb nad materjali veo lõppedes parandada ja või neid hooldada.

Üherealise tee minimaalne laius on 3 m ning kaherealisel teel 6 m. Tee pikkuse ja nähtavuse järgi tuleb üherealisele teele vajaduse korral ette näha möödapääsutaskud. Uute teede rajamisel võiks kandva kihi paksus olla vähemalt 0,3 m. Metsamaa veoteede rajamisel tuleb lähtuda erialase ametkonna täpsustavatest nõuetest. Soovitav on vältida puude istutamist tee servale lähemale kui 3 m.

Järskude ja püstsete nõlvade ülemisel pervel ja veekogude ääres asuvad teed peavad olema ohtliku külje pealt ääristatud tõkkega. Tõkkena võib kasutada pinnasvalli või kive. Tõkete kõrgus tuleb valida objekti järgi, selliselt, et nad oleks hoomatavad, kuid tagaks ka vajaduse korral inimeste ohutuse ja sobituks visuaalselt keskkonda. Tõkete iseloom peab vastama tõkestatavale tegevusele. Inimestele hõlpsasti ligipääsetavates ja tiheda käidavusega kohtades tuleb eelistada pideva iseloomuga piiret. Autodele tuleb ette näha parkla, mille ehituslikud nõuded on teega samad. Autode otsene juurdepääs veekogule peab olema tõkestatud vähemalt 0,7 m kõrguse valli, vähemalt 0,4 m läbimõõduga kivide või muu piirdega. Ühe veovahendi parkimiskoha pindalaks võib arvestada 12,5...15,0 m².

Avalikult kasutatavad teed, mis läbivad karjääri või kaevandamise käigus ümber paigutatakse, tuleb projekteerida tee valdaja nõuete kohaselt. Lisanõuetena võib olla tarvis teed profileerida, rajada kogujakraave, tagada teatav kandevõime, nähtavus jms. Tee valdaja nõudmise kohaselt tuleb kaasata ka asjakohaseid spetsialiste.

Pilt 5.18. Müratõke, mis toimib ühtlasi juurdepääsutõkkena.
AS Kiviõli Keemiatööstuse Põhja-Kiviõli põlevkivikarjääri lõunapiir: N 59°21’50’’; E 26°51’41,5’’
Foto: Enno Reinsalu; 16.07.2011

5.3.6. Mullakäitlus

Mullakäitluse üldised nõuded

Mulla kui viljelusressursi, kasvupinnase peamise osa hoidmine ja säilitamine on maavara kaevandamise ning geoloogilise uuringu ja maavara kaevandamisega muudetud maa korrastamise oluline töö. Maapõueseaduses on sellekohane § 44 „**Mullakaitsenõuded**“, mille peamiseks reegliks on, et kaevandamine ei tohi põhjustada mulla hävimist ning mäeeraldisel ja mäeeraldise teenidusmaal asuvate kaevandamisega seotud ehitiste piiresse jääv ja katendis olev muld tuleb eemaldada. Seaduse § 125, „**Mullakaitsenõuete rikkumine**“ sätestab märkimisväärsed trahvid mullakaitsenõuete rikkumise eest. Maapõueseaduse alusel kehtestatud määrus „**Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord**“ (Keskkonnaministri määrus, 2017), täpsustab neid nõudeid. Üldiselt käsitleb kord:

- mulla koorimise üksikasju;
- mulla ladustamist, kui pole võimalik värskelt kooritud mulda kohe kasutada või võõrandada;
- kooritud ja kasutatud mulla koguse arvestamise aluseid.

Viljaka kasvukihi kasutamine sõltub suuresti bioloogilise korrastamise eesmärgist ja sihtliikide elupaiganõudlustest (Vt ka peatükki Bioloogilise korrastamise eeldused). Juhul kui tahetakse säilitada avamaastikku pikemat aega, tuleb kattepinnase kasutamisest loobuda. Kattepinnase, eriti mulla paigutamisel tuleb üldiselt vältida selle lükkamist veekogu põhja või laotamist kõikidele veekogu nõlvadele. Erandiks on olukorrad, kus veekogusse on teatud kohtadesse vaja istutada taimi, kuid seal puudub selleks vajalik pinnas.

Mulla viljakuse säilitamine ja taastamine

Selle alapeatüki koostamisel on kasutatud Ave Uustali bakalaureusetööd „Karjääride rekultiveerimine: ülevaade kaevandamisjärgsest taimestamisest Eestis ja mujal“ (Uustal, 2008).[39] Samuti tuleb arvestada, et see töö tugineb paljuski paksu muldkattega maade (Inglismaa) allikmaterjalile.

Kooritud ja kasutamiseks mõeldud mulla kvaliteet sõltub tema käitlemisest. Tehnilisel korrastamisel on oluline täpne koorimine ja asjakohane ladustamine ja hiljem mulla laotamine.

Muld tuleb paljandatavalt alalt kokku koguda ja hoiustada (Pilt 5.19). Esimesed korrastamise juhendid (vt peatükki Kaevandamisalade korrastamise õigusliku regulatsiooni kujunemine), eelkõige 1985. a versioon, sätestasid koorimisele ja ladustamisele ülitäpsed nõuded. Näiteks mulla auna kõrgus pidi olema < 5 m, lattu suunduva rambi kalle pidi olema < 5°, mulda ei tohtinud aunas hoida üle kümne aasta. Oli ettekirjutusi, mida aunadele erosiooni kaitseks peale külvata jne. Aeg on näidanud, et toonased nõuded ei taganud mulla kvaliteedi säilimist – tihti jäi muld liiga kauaks auna seisma, vananes. Tänapäeval on mulla kasutamise viisid ja nõuded paindlikumad.

39 Ave Uustali lõputöö: http://www.botany.ut.ee/loputood/Ave_Uustal_Bakalaureuset_2008.pdf

Pilt 5.19. Igati nõuetekohane mulla säilitamise viis.
N 59°25’38,4’’; E 26°57’13,9’’
Foto: Enno Reinsalu; 14.08.2010

Korrastamisel karjääri põhja ja nõlvadele laotatud mullakihil on tähtis roll, et aidata taastada piirkonnale omaste liikidega taimestikku, kuna ta sisaldab sellel alal varem kasvanud liikide seemnepanka. See toimib muidugi mulla õigel käitlemisel ja juhul, kui tegu on samalt alalt eemaldatud mullaga. Et mulda parimal moel käidelda, tuleks see koguda alles pärast taimkatte eemaldamist ja ajal, kui muld on võimalikult kuiv. See aitab vältida mulla liigset tihenemist.

Soovitav on mulla eri kihid hoida eri hoidlates või hoiukohtades (aunades). Kui kasvupinnase ülemises kihis on palju ebasoovitavaid liike, on otstarbekas koguda mulla alumist kihti. See samas vähendab kindlasti liigirikkust, kuna enamik seemnepangast on ülemises mullakihis. Mulla hoiustamise aeg sõltub konkreetsest mullast, milleks on soovitatav enne mulla kogumist seda hinnata. Üldjuhul kehtib seaduspärasus, et mida vähem aega mulda hoiustada, seda paremini tema omadused säilivad.

Mulla eripärast johtuvalt tuleks planeerida ka ala mulla hoidmiseks. Oluline on mulda hoiustada kindlal, stabiilsel alal, mis oleks kaitstud nii tuule- kui ka vee-erosiooni eest. Mullavaru maksimumkõrgus ei tohiks ületada 5 m ja mullakihid ning auna küljed peaksid olema lauged (Tabel 5-2). Et soodustada mulla hingamist, tuleb teha hoidla alus vaoliseks, et õhk pääseks ka hoidla alla.

Kuidas muld parimal moel tagasi laotada, sõltub mulla tüübist, kasvukihi alusest (vt peatükki Põllumaaks korrastamine). Samuti sellest, kui kaua mulda on hoiustatud. Kui muld on kokku vajunud, tuleb seda enne laotamist kobestada.

Kobestada võib mitmel moel ja kogemus näitab, et sõltumata viisist on kõik kobestamise meetodid paremad kui kobestamata jätmine.

Bioloogilise korrastamise projekteerimise käigus (vt peatükki Ehitusmaavarakarjääride bioloogiline korrastamine) võib kaaluda mulla rikastamist sümbioosete seeneniidistike ja mikroorganismide lisamisega. Seeneniidistikud moodustavad taimejuurtega mükoriisa ja aitavad nii taime juurtel paremini toitaineid ja vett kätte saada. Mikroorganismide lisamine mulda mõjutab enamiku maismaataimede kasvu. Mükoriisa rolli taimekooslustes uurib Eestis TÜ taimeökoloogia töörühm.

Pinnase ja taimestamise kohta on Ameerika Ühendriikide põllumajandusministeerium USDA (U.S. Department of Agriculture) koostanud ka üsna põhjaliku manuaali (Vogel, 1987). Kuid kasutamisel tuleb arvestada, et selles on käsitletud Ameerika olusid ja näiteid.

Tuleb meeles pidada, et korrastamise vastutus ei lõppe objekti korrastatuks tunnistamisega. Tehtud tööde ohutus ja kaevandatud ala eesmärgipärane kestlikkus peavad olema tagatud. See ei kehti mitte üksnes üleandmise aja, vaid ka mõistliku hilisema kasutusaja kohta.

Tabel 5-6. Üldiste korrastamisnõuete koondtabel.

Maavara	Nõuded
Nõlvad	
Liivade veepealsed nõlvad	Laugem kui püsikaldenurk (26...30° / 1 : 2 ... 1 : 1,7)
Liivade veealused nõlvad	Laugem kui püsikaldenurk (12...20° / 1 : 4,7 ... 1 : 2,7)
Kruusade veepealsed nõlvad	Laugem kui püsikaldenurk (28...35° / 1 : 1,7 ... 1 : 1,4)
Kruusade veealused nõlvad	Laugem kui püsikaldenurk (18...26° / 1 : 3 ... 1 : 2,7
Lubjakivi	Nõlvade tasandamisel valida nõlvus täite- ja kattematerjali püsivusomaduste järgi. Järsu nõlva jätmisel puhastada see ripetest, tõkestada auk ülevalt valli, põõsastiku või piirdega, laskumiseks rajada teeradu või treppe.
Savi	Ohutud nõlvused tuleb määrata objektipõhiselt.
Põhi	
Kõik maavarad	Põhi kujundada eesmärgipäraselt (eesmärk seada objektipõhiselt). Vältida sulglohke (v.a juhtudel, kui eesmärgiks on bioloogilise mitmekesisuse tõstmine, nt kudemisveekogude loomine konnadele). Kuivendamise projekteerimisel lähtuda erialastest juhenditest ja nõuetest.
Puistangud	
Kõik maavarad	Tasandada või kujundada nõlvade nõudeid järgides maastikuelementideks.
Veekogu	
Kõik maavarad	Projektis näha ette meetmed veekogu kinnikasvamise vältimiseks. Näha ette väljapääsud inimestele ja loomadele õnnetusliku sissekukkumise korral.
Rannaala	
Kõik maavarad	Näha ette sujuvad ja ohutud vettemineku kohad. Pind katta rannale sobiliku liivaga. Tagada tajutavas sügavuses (< 2 m) ebakorrapärasuste ja ohtlike elementide puudumine.
Täitmine	
Kõik maavarad	Kirjeldada materjali omadusi, koostist, täidetud pinnase geoloogilisi ja hüdrogeoloogilisi omadusi. Seada nõuded tööde tegemisele.
Taristu ja tõkked	
Kõik maavarad	Lähtuda eesmärgist ja projekteerida selle järgi (metsatee, sõiduautode juurdepääsu tee, avalik tee jne).

5.4. Ehitusmaavarakarjääride bioloogiline korrastamine

Üllar Rammul, Liis Keerberg, Uudo Timm, Margus Reimann[40], Aadu Niidas

5.4.1. Bioloogilise korrastamise eeldused

Bioloogiline korrastamine järgneb kaevandatud ala tehnilisele korrastamisele (vt peatükki Ehitusmaavarakarjääride tehniline korrastamine), mille puhul on arvestatud konkreetse karjääri bioloogilise korrastamise eesmärke. Enamasti on selleks taimkatte kujundamine või selle tekkele kaasaaitamine. Eestis on bioloogilisel korrastamisel kasutatud tüüpiliselt lihtsamaid, kiiret tulemust andvaid võtteid, mis aitavad vältida erosiooni ning käivitada mullatekkeprotsessi (Pensa *et al.*, 2005).

Selleks, et korrastamisvõtete ja suundade valik oleks senisest mitmekesisem, on käsiraamatus toodud välja erinevaid välipraktikale ja teadustöödele tuginevaid bioloogilise korrastamise võimalusi.

Liiva- ja kruusakarjääride korrastamiseks on koostatud välismaiseid käsiraamatuid, näiteks Buttleman, 1992; Gilcher & Bruns, 1999; Heikkinen *et al.*, 2008. Kuid välismaiste käsiraamatute puhul tuleb kindlasti silmas pidada, et käsitletud olud erinevad Eesti oludest ja korrastamiseks soovitatud liigid on Eesti jaoks sageli võõrliigid, mille kasutamist tuleb meie oludes hoopis vältida.

Karjääride bioloogilisel korrastamisel on hea teada, et toitainevaesus neil aladel pole loodusliku mitmekesisuse aspektist mitte puudus, vaid vastupidi. Nimelt on kogu Euroopas probleemiks koosluste eutrofeerumine lämmastiku ja fosfori kuhjumise tõttu elupaikadesse ning sellega seotud liigikadu – eriti tundlikud on niidukooslused, mis tavapäraselt on väikeste ja toitainevaeseid tingimusi eelistavate liikide elupaigaks (Maskell *et al.,* 2010; Stevens, *et al.* 2004). Uuring Tallinna ümbruse looaladel kinnitas probleemi olemasolu ka Eestis – toitainekülluses kaovad niitudelt spetsiifilised liigid, kes saavad hakkama ainult toitainevaestes tingimustes (Saar *et al.,* 2012).

40 Ainult peatükk „Metsamaaks korrastamine“.

Seega tuleks korrastamisel kaaluda, kas viljakuse taastamist kiirendavad võtted on konkreetses kohas vajalikud.

Millist taimestikku kujundada, sõltub eelkõige mullakihi paksusest, niiskusest, viljakusest, happelisusest, aga ka kaevandatud maa edasisest kasutusest. Ideaalsel juhul tuleks karjääris taastada kaevandamiseelne kooslus, kuid enamasti ei ole see võimalik. Kaevandamise käigus muutub veerežiim ja sellest tingituna saab sinna kujuneda vastavatele kasvukohatingimustele kohanenud liigilise koosseisuga taimestik. Positiivse pinnavormi (näiteks oosi, mõhna või luite) kaevandamisel kaovad kuivad elupaigad ja asenduvad parasniiskete või märgade elupaikadega. Sageli kujunevad karjääridesse aga hoopiski veekogud (Pilt 5.20).

Pilt 5.20. Kaevandamisel allpool põhjavee taset on karjääri kujunenud püsiveekogu, millel võib näha kühmnokk-luiki ja sõtkaid.
Huntaugu karjäärijärv: N 59°25,3’; E 25°22,3’
Foto: Peeter Koll; 14.10.2016

Tihti on taimestamisel kasutatud liike, kes küll katavad kiiresti maapinna, kuid ei sobi kasvukohale pikemas perspektiivis. Nende hulgas on kasutatud ka võõrliike (nt astelpaju, palsamipappel), kes võivad oma kiire leviku ja ökoloogilise eripäraga nii karjääri kujunevaid kui ka ümbritsevaid kooslusi oluliselt negatiivselt mõjutada. Pikas, näiteks sajandi perspektiivis vaadates on kõige odavam kujundada kaevandamise käigus tekkinud kasvukohatüübile omaste

liikidega kooslus. See võib küll esimestel aastatel osutuda veidi kallimaks, sest esiteks pole seemnesegusid alati saada või on nende spetsiaalne korjamine valmissegust kulukam. Teiseks kipuvad pioneerliigid vähemalt parasniisketes kohtades vohama ja soovitud liike lämmatama. Kolmandaks pole metsanduslikus mõttes nõndanimetatud väheväärtuslike liikide istikud (lepp, haab, vaher, saar) kuigi kättesaadavad, sest neid ei kasvatata nii arvukalt ette nagu kuuski või mände. Seega kui tahta kiiresti saada kooslust kõikide iseloomulike liikidega, siis võib selle rajamine algul kallimaks minna. Samas hoiab see ära hilisemad kulutused koosluse edasisel kujundamisel.

Liikide arvu suurendamine ei peaks olema ala korrastamisel eesmärk iseeneses. 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-[41] ja võõrliikide olemasolu taunitakse. (Prach & Hobbs, 2008)

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

Lisaks pinnase stabiliseerimisele ja kaevandatud ala uuesti maastikku sulandamisele isoleerib taimkate efektiivselt ka potentsiaalselt ohtlikud ained pinnaveest ning kokkupuutest inimeste ja loomadega. Taimestiku hoolikal taastamisel luuakse võimalus tasakaalustatud ja elujõulise ökosüsteemi kujunemiseks, mis kasvatab ala väärtust nii esteetiliselt kui ka järelkasutuse alternatiivide poolest. (Heikkinen *et al.,* 2008)[42]

Asjatundlikult ellu viidud bioloogiline korrastamine aitab vähendada valdavaks kujunenud arusaama, et kaevandamine mõjub elustikule ainult negatiivselt.

41 *Ruderaaltaim* – kiirekasvuline prahipaikade ja varemete taim, näiteks nõges.

42 Raamat „Mine Closure Handbook“, http://en.gtk.fi/_system/print.html?from=/informationservices/publications/publications/latest/publication/EJ74.html

5.4.2. Taimestik ja liigikaitse

Taimestiku kujunemiseks kaevandatud aladel on palju võimalusi: looduslik taimestumine (spontaanne taastumine) ja sellele kaasaaitamine, külv või istutus ja mitmesugused kombineeritud variandid. Järgnevates peatükkides kirjeldatakse neid võtteid, tuuakse välja nende eelised ja puudused. Kuid käsitluse järjestus ei kujuta endast pingerida. Iga korrastamise juhtum on unikaalne ja võtete valik sõltub paljudest teguritest, eelkõige keskkonnatingimustest ja karjääri edasisest kasutusest. Taimestamise strateegiatest maakasutuse eri eesmärkide puhul annab ülevaate tabel 5-7.

Tabel 5-7. Taimestamise strateegiad maakasutuse järgi.

Maakasutuse suund	Taimestamise strateegia
Metsakasvatus (majanduslikel eesmärkidel)	Antud tingimustes vastupidavate puuliikide istutamine.
Liigirikas metsakooslus (tootlikkus pole primaarne)	Looduslik taastumine, protsessi kiirendamiseks kasvukohatüübile tüüpiliste liikide istutamine.
Virgestusala	Tallamisele vastupidavad, aeglase kasvuga maapinda katvad rohttaimed, kasvukohale iseloomulikud puittaimeliigid. Looduslik taastumine või istutamine.
Kultuurrohumaa	Karjatamiseks või niitmiseks sobivate taimeliikide külv (vt ka peatükki Rohumaaks korrastamine)
Loodusliku ilmega maastik, millel pole otsest majanduslikku või looduskaitselist otstarvet (nt alad, mida ei soovita või ei ole otstarbekas metsastada või kultuurrohumaana kasutada)	Looduslik taastumine. Kasvukohatüübile iseloomulike liikide istutamine või külv.
Liigirikkad alad, looduskaitse	Looduslik taastumine; liigirikkad segud kohalike taimede seemnetest; segud sihtliikidele[43] sobivatest toidutaimedest.

43 *Sihtliik* – liik, kelle seisundi parandamisele on tegevus suunatud.

Looduslikule taimestumisele jätmine kui korrastamisvõte

Kaevandatud maa looduslikule isetaastumisele jätmist ei tasu tingimata peljata või näha selles üksnes kaevandaja püüdu korrastamiskulusid vähendada. Mitmel juhul võib isetaastumine anda bioloogilisest seisukohast parema tulemuse. Samas ei ole see kindlasti vaadeldav põhilahendusena, vaid rakendatav üksnes põhjendatud juhtudel. Näiteks ei ole mõistlik isetaastumisega arvestada, kui eesmärk on kaevandatud maa korrastada tulundusmetsaks, mis on seni olnud peamine suund riigimaade korrastamisel. Kui korrastamisel on keskkonnakaitseline või eriotstarbeline eesmärk, peab korrastamistingimuste andja samuti kaaluma isetaastumise põhjendatust.

Loodusliku taastumise puhul lastakse taimestikul pärast kaevandamist kujuneda. Abiootilisi ehk eluta loodusest põhjustatud ja biootilisi ehk organismidest ja nende suhetest tulenevaid tingimusi võib seejuures kas mõjutada või mitte. Mil määral taimestiku arengut on vaja suunata või toetada, sõltub konkreetsele ala korrastamise eesmärkidest ja keskkonnatingimustest. Näiteks elupaiga loomisel toitainevaeseid tingimusi vajavatele liikidele pole vaja tagada viljaka pinnase olemasolu. Kui sobivate tingimuste säilitamine nõuab regulaarselt järelhooldust, tuleb selle korraldusele ja finantseerimisele mõelda juba korrastamissuunda planeerides ning asjaomastelt asutustelt ja isikutelt arvamust küsides.

Looduslikule taimestumisele jätmist soovitatakse eelkõige neis karjäärides, kus keskkonnatingimused pole väga ekstreemsed ega ole oodata ümbritsevale negatiivseid mõjusid, nagu maalihked, erosioon, pinnase või vee saastumine (Prach & Hobbs, 2008).

Looduslikule taimestumisele jätmine sobib pigem väiksemate karjääride puhul, kus ümbritsevatelt aladelt pärinevad taimelevised[44] on suutelised koloniseerima kogu karjääriala (Pilt 5.21).

44 *Levis* – organismi osa (nt eos, seeme, vili, risoomi või juure osa jms), mille abil organism levib.

Pilt 5.21. Metsaga ümbritsetud kruusakarjääri on hakanud spontaanse taastumise teel kujunema puistu.
Kurisaare kruusakarjäär Harjumaal: N 59°11,3'; E 25°25,9'
Foto: Peeter Koll; 10.07.2016

Isetaastumist võib võttena kasutada ka suuremates ja rohkem liigendatud karjäärides, kus kaevandamine kestab pikemat aega (15...30 aastat), ja väljatud maavaravaruga alal. Seal saab pärast tehnilist korrastamist taimestik taas kujunema hakata. Ka kümme aastat on piisavalt pikk aeg, et väljatud maavaraga osadele kujuneks esmane taimkate, sealhulgas hakkavad kasvama puittaimed – algab looduslik metsastumine. Suuremate karjääride puhul on võimalik kasutada ka taimestiku levikut soodustavaid võtteid (vt peatükki Taimestiku kujunemist soodustavad tingimused ja meetodid).

Teaduslike uuringute põhjal on loodusliku taastumise eelised taimestamise ees järgmised (Prach & Hobbs, 2008):

- ala asustavad liigid kohanevad sealsete tingimustega eeldatavalt hästi, mistõttu ei vaja need tavaliselt lisahooldust;

- spontaanselt asustatud aladel kujunevad üldjuhul väärtuslikumad kooslused (Becker-Platen, 1993; Šalek, 2012; Keerberg, 2015[45]); [46]
- taimestiku kujunemise algfaasis pakuvad isetaastumisele jäetavad karjäärid sagedamini elupaiku haruldastele taime- ja loomaliikidele;
- looduslik taastumine on odav.

Loodusliku taimestumise sobivust tuleb hinnata ka majanduslikust aspektist. Kui soovitakse näiteks kasvatada võimalikult kiiresti kõrge boniteediga metsa, on inimmõju nii istutamise kui ka sobiva kasvupinnase loomiseks ilmselt vajalik. Kui aga maa tootlikkuse tõstmine või korrastamise tulemuste väga kiire saavutamine pole tingimata eesmärk, on paslik kaaluda taimestiku looduslikule taastumisele jätmist. Tuleb arvestada ka järelhoolduse vajadusega, näiteks sihtliikide elupaikade planeerimisel.

Loodusliku taastumise puhul on kontroll taimkatte tiheduse, liigilise koosseisu, paigutuse ja kujunemise aja üle piiratud. Seda võidakse mõnes olukorras käsitleda miinusena, eriti kui on eelistatud kiired ja suunatud protsessid. Suktsessiooni[47] mõistliku mõjutamisega saab seda vajaduse korral tasakaalustada. (Prach *et al.*, 2007)

Igal juhul tuleks ka looduslikule taimestumisele jätmisel teha enne karjääri tehniline korrastamine, mille võtted peaksid olema bioloogilise korrastamise võtetega kooskõlas. Looduslikule taimestumisele jätmisel on oluline teada põhilist taimestiku levimise viisidest ja koosluste kujunemisest, samuti tingimustest ja meetoditest, mis taimestiku arengut soodustavad.

45 Liis Keerbergi magistritöö: https://dspace.emu.ee/xmlui/handle/10492/1929

46 Teisalt, kui kohalik liigifond on puudu (sobivaid kooslusi ümbruskonnas ei ole), võib teadlikult looduslike seemnetega taimestades luua ka väärtuslikuma koosluse kui looduslikult, kui seemned on õiged.

47 *Suktsessioon* – koosluste vahetus (Masing, 1992).

Loodusliku taimestumise kulg

Paljandunud karjääri põhjal puuduvad taimede paljunemisvõimelised seemned ehk seemnepank, nagu on see olemas arenenud mullastikuga metsas või niidul (Gilcher & Bruns, 1999). Taimestiku esmane areng sõltub seega peamiselt karjääri ümbruses leiduvate taimede leviste (eosed, seemned, viljad jm) kandumisest alale ja nende edasisest elumusest (Park, 1982). See omakorda sõltub karjääri suurusest ja ümbritsevatest kooslustest. Taimestumist soodustab kaevandamiseelsete taimekoosluste leviste säilimine pinnases.

Taimestikku, mis ümbritseb karjääri saja meetri raadiuses, peetakse karjääri taimestumisel esmatähtsaks ning sellega tuleb loodusliku taastumise kaalumisel arvestada. Eelistatud liikidega koosluste teke võib olla raskendatud juhul, kui ala on ümbritsetud ruderaaltaimestikust või võõrliikidest.

Suurema ümbermõõdu-pindala suhte tõttu on väikestele karjääridele levimine edukam, mistõttu just sellistel aladel on spontaanne taastumine eriti tulemuslik (Uustal, 2011); (Pilt 5.22). Pildil on Tallinna-Narva maantee ääres paiknev Kostivere paekarjäär, kus aktiivne kivimurdmine lõppes eelmise sajandi viimasel kümnendil.

Pilt 5.22. Looduslikult taastuv korrastamata paekarjäär.
Kostivere paemurd Harjumaal: N 59°26,8’; E 25°4,42’
Foto: Peeter Koll; 14.10.2016

Kruusakarjäärides, kus mulla lähtekivimiks on peamiselt kruus ning lõimiseks saviliiv või liivsavi, on erinevad olud spontaanse taimkatte kujunemiseks kui paekarjäärides, kus õhuke mullakiht, kui seda üldse leidub, on kujunenud paeplaatidel või -kamakatel (Laes, 2007).

Karjääride loodusliku taimestumise puhul on oluline teada, et taimestik ei arene ühtlaselt kogu ala ulatuses. Suktsessioonilised muutused toimuvad oluliselt aeglasemalt nõlvadel ja paljanditel (Tropek & Konvica, 2008). On leitud, et nõlvad võivad olla sobivaks elupaigaks haruldastele liikidele[48] ning nõlvade olemasolu hõlbustab ka vähem konkurentsivõimeliste liikide levimist.

Karjäärinõlvade taimestik on seotud põhja taimestikuga. Kui karjääri põhja kasvavad puud, siis mõnekümne aasta pärast hakkavad need karjääri seintele varju heitma, mistõttu jäävad kooslusesse vaid varjutaluvad liigid. (Ursic *et al.*, 1997)

Eesti kruusa- ja paekarjäärides esineb sageli kaitsealuseid käpalisi, kes jäävad pinnase kamardumisel kõrrelistega konkureerides alla (Pilt 5.23). Varasuktsessioonilised alad võivad olla olulised ka haruldastele sammalde ja samblike liikidele.

Pilt 5.23. Kahkjaspunane sõrmkäpp korrastatud Pidula liivakarjääris Saaremaal.
Foto: Liis Keerberg; 02.06.2014

48 Näiteks vanade paemurdude seintel kasvab Eestis vähese levikuga sõnajalgtaimi.

Pioneerliigid[49]

Mõned liigid (pioneerliigid) hakkavad korrastatud alale ilmuma suhteliselt kiiresti pärast tasandustöid (Pilt 5.24). Edasine taimestumine on aeglasem. Esimestel aastatel on väike nii liikide arv kui nende esinemissagedus. Liikide arv ja isendite arv suureneb alles paari aasta möödudes. Peamiselt mõjutavad taimestumise kiirust kaevandamisest möödunud aeg, puistangu pinnase koostis, kivisus, toitainete sisaldus, niiskusrežiim, kaugus taimestunud aladest, erosiooniohtlikkus jm. (Kaar *et al.*, 1971)

Pilt 5.24. Väikeveekogud ja kujunev taimestik kruusakarjääri kaevandatud osas. Taimestunud on ka puistangud, mis hilisemal korrastamisel tuleb tasandada.
Lagenõmme kruusakarjäär Saaremaal: N 58°19’28’’; E 22°7’48’’
Foto: Liis Keerberg; 02.06.2014

Sagedasemad pioneerliigid Eestis on paiseleht (*Tussilago farfara*), harilik kadakkaer (*Cerastium fontanum*), võilill (*Taraxacum officinale*), ahtalehine põdrakanep (*Epilobium angustifolium*) jt. Liivakarjäärides on pioneerliikideks kastikud (*Calamagrostis* ssp.), valge mesikas (*Melilotus albus*), kollane karikakar

49 *Pioneerliik* – taimestumata alade esmasasustaja (Masing, 1992).

(*Anthemis tinctoria*), raudrohi (*Achillea millefolium*) ja humal-lutsern (*Medicago lupulina*). Kuid need liigid taanduvad tavaliselt 2...3 aasta jooksul kõrreliste ees. (Kaar *et al.*, 1971)

Kõrreliste levimise määrab ennekõike pinnase viljakus. Üldjuhul vallutavad kõrrelised ala 8...10 aastaga, liivasel ja kivisel pinnasel võtab see kauem aega kui mullal. Enim levivad kastevarred (*Deschampsia* sp.), kastikud (*Calamagrostis* sp.), nurmikad (*Poa* sp.), kasteheinad (*Agrostis* sp.). Esmastest liikidest pakuvad neile konkurentsi veel ahtalehine põdrakanep, paiseleht, tarnad (*Carex* sp.) ja ohakad (*Cirsium* sp.). Aastatega liigirikkus enamjaolt väheneb, kuid suureneb taimestiku katvus. Loodusliku puistu kujunemine aga võtab aega aastakümneid. (Kaar *et al.*, 1971)

Taimestiku kujunemist soodustavad tingimused ja meetodid

Taimestiku teket kiirendab kasvukiht. Parim tulemus saavutatakse, kui kasutatakse samast paigast pärit kasvukihti või kujunevatele kasvutingimustele lähedastest oludest pärit kasvukihti. Kasutades antud tingimustele mittevastavat kasvukihti, võib küll lühiajaliselt saavutada näilise edu, kuid ajapikku esmane taimestik hääbub ning kujuneb kasvukohale omane taimestik. Ka võib mujalt toodud kasvukiht sisaldada alale mittesoovitud liikide leviseid (eoseid, seemneid; risoome, juuri või nende tükke jms). Aladel, kus tahetakse pigem säilitada kamardumata pinnast, tuleb kasvukihi lisamisest üldse loobuda.

Parim tulemus saavutatakse, kui kasutatakse samast paigast pärit kasvukihti.

Taimkatte kujunemist on võimalik soodustada, kui jätta karjääri loodusliku taimestikuga saarekesi või künkaid. Nii kiireneb liikide levik taimedeta alale. Arvestada tuleb aga sellega, et asustuse läheduses olevatesse karjääridesse võivad levida ka kultuurtaimed. (Morrison *et al.*, 2001)

Taimestikuga saarte jätmist tasub kaaluda eelkõige suuremate karjääride puhul, kuhu leviste kandumine on piiratud. Kui karjääri teenindusmaal ehk mäeeraldise vahetus ümbruses kasvav taimestik teadlikult säilitada, soodustab see samuti spontaanset taastumist.

Taimeliikide levikut soodustab oluliselt karjatamine (Cousins & Lindborg, 2008). Väga edukateks seemnete levitajateks on näiteks lambad, kuna nad liiguvad karjas ja nende karvadesse jääb taimede haakuvaid leviseid ning enamasti läbivad lambakarjad üsna suuri vahemaid. Sel juhul tuleb tagada, et kariloomad käiksid nii heas seisus sobival doonoralal kui ka karjäärialal. Karjatamise plussiks on ka sõnnik, mis aitab seemnete idanemisele kaasa ja sisaldab ka ise palju idanemisvõimelisi seemneid, ning trampimine, mille abil tekivad mikroelupaigad, kuhu seemned saavad kinnistuda (Poschlod *et al.*, 1998). Ühtlasi on karjatamine efektiivseks järelhoolduse viisiks, kui on vaja säilitada avamaastiku tingimusi. Eestis kasutatakse karjatamist kõrede kudemisveekogudeks kujundatud Võiduküla endises liivakarjääris Pärnumaal.

Taimestiku levimise soodustamiseks saab kasutada ka ümberasustamist. Sageli on karjääri servadel säilinud ala algne taimekooslus või selle fragmendid. Kui karjääri nõlvad vajavad erosiooni vähendamiseks laugjamaks muutmist, saab karjääri servadel paikneva kamara teisaldada ja asetada kas lausaliselt või eraldi mätastena tasandatud nõlvale. Koosluste teisaldamine mätastena tuleb kõne alla ka siis, kui karjääri laiendatakse ning mättad saab istutada juba ammendatud ning korrastatavale karjääriosale. Omaette teemaks on kaitsealuste liikide ümberasustamine (vt peatükki Ümberasustamine).

Pilt 5.25. Väikeses karjääriveekogus kasvavad vesiroosid pakuvad varje- ja toitumisvõimalusi nii kiilidele kui ka konnadele.
Sarakuste karjäär Tartumaal.
Foto: Liis Keerberg; 22.06.2016

Karjääridesse kujunevate veekogude puhul sõltub nende taimestumine kaldaäärse pinnase omadustest ja veekogu sügavusest. Kuna kaldaäärne pinnas

on enamasti niiske, on soovitatav jätta kaldataimestik looduslikule arengule. Kui veekogus soovitakse veetaimestiku kiiremat arengut, on võimalik sellele kaasa aidata sobivate liikide istutamisega. Sellisel moel on võimalik kiirendada ka veekogus asuvates madalamates kohtades veetaimestiku kujunemist ja soovitud liikide kasvu (näiteks vesiroosid, vesikupud, penikeeled) (Pilt 5.25).

Veetaimede istutamisel tuleb arvestada, et soovitud kohtades oleks piisavalt sobivat kasvupinnast. Vajaduse korral, näiteks paekarjäärides, tuleb seda arvestada juba kaevandamise või tehnilise korrastamise käigus.

Teisalt, kui veekogu tekib karjääri pärast kaevandamise lõpetamist, tuleb tavaliselt enne eemaldada karjääri põhjale kujunenud (puit)taimestik, soovitavalt koos mullaga, kuna kõdunev taimne mass halvendab vee kvaliteeti. Samas näiteks kaladele varjumiskohtade ja koelmute loomiseks võib puittaimestiku jätmine või puuvõrade uputamine veekogu põhjale olla teatud ulatuses isegi vajalik.

Olenevalt veekogu edasisest sihtotstarbest võib veetaimede kasv olla soovitav (näiteks puhkemaastiku elemendiks või liigirikkaks veekoguks kujundamisel) või mitte (näiteks ujumis-, veevõtu- või veespordikohaks kujundamisel). Veetaimestiku kujunemist pärsivad astangud, püstised ja järsud nõlvad ning sügav vesi. Vaata ka peatükki Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad.

Kõigi soovituste puhul on soovitatav kaaluda ka nende rakendamise majanduslikke aspekte ning võrrelda meetmete kulusid-tulusid looduslikule taastumisele jätmise ning taimestamise korral. Konkreetse karjääri tingimustesse sobivate lahenduste väljatöötamiseks on soovitatav kaasata eksperdid.

Taimestamine

Olukordi, kus vajatakse karjääri kiireloomulist rohttaimestikuga katmist, tuleb ette harva. Liikide valik lähtub ala tulevasest kasutusest (vt Tabel 5-7).

Taimestamiseks tohib kasutada vaid kodumaiseid liike ja sorte, mis sobivad mulla ja kliimaga.

Mõistlik on valida liigid, mis toodavad piisavalt seemneid, et neid saaks koguda ja kasutada samal alal uute taimede külvamiseks (UNEP & WHO, 1998; Uustal, 2008). Seemnete käsitsi kogumine on kallis ning see võib tulla kõne alla vaid mõne eriti olulise liigi puhul, mida on masinaga (Pilt 5.26) raskem korjata, mille arvukust loodetakse võrreldes looduslikuga suurendada või millel on spetsiifilised kasvukohad, kust masinaga korjamine on välistatud (nt astangud, veekogude kaldad).

Pilt 5.26. Karjääri ümbritsevatest elupaikadest võib saada taimeseemneid koguja abil.
Pakri poolsaar, Harjumaa.
Foto: Aveliina Helm; 23.08.2016

Seemnete kogumise alternatiiviks on valminud seemnetega taimede niitmine lähikonna looduslikelt niitudelt ja nende kohene laotamine taimestatavale alale (vt Rohumaa ettevalmistamine).

Taimede vastupidavust soodustab liigirikkus. Näiteks on liigirikkamate segude puhul taimestiku tihedus suurem ning ka põuaperioodil on selliste alade taimed

vastupidavamad, kuna ilmselt suurendab liikide mitmekesisus veekasutuse efektiivsust (Richardson *et al.*, 2012).

Järskude nõlvade taimestamist saab soodustada multši või mõne muu siduva elemendi kasutamisega ning erosiooni vältimiseks terrasside ning nõlvatoestuse rajamisega. Taimestamiseks on sel puhul sobivateks puuliikideks perekonna paju (*Salix*), haab (*Populus*) ja lepp (*Alnus*) liigid, kuna nende kaudu toimuv efektiivne vee aurumine takistab niiskuse imbumist pinnasesse ja võib seega aidata vähendada erosiooni. Suure veeimavusega rohttaimed on ristikud (*Trifolium* ssp.), harilik heinputk (*Angelica sylvestris*), paiseleht (*Tussilago farfara*) ja järvkaisel (*Schoenoplectus lacustris*). (Heikkinen *et al.*, 2008)

Karjääriveekogusid ümbritseva puhvervööndi haljastamisel saab kasutada mullastiku suhtes vähenõudlikke, külma- ja haiguskindlaid kodumaiseid liike, mis on tuulekindlad ja vähemalt kasvu algstaadiumis kiirekasvulised. Vähenõudlikest liikidest sobivad harilik vaher (*Acer platanoides*), must lepp (*Alnus glutinosa*), arukask (*Betula pendula*), harilik mänd (*Pinus sylvestris*). Head väikesekasvulised alleepuud on näiteks pooppuu (*Sorbus intermedia*) ja harilik pihlakas (*Sorbus aucuparia*). Rajatava haljasvööndi laius tiheasustuses või põllumajandusmaal peaks olema minimaalselt 50 m.

Taimestamise kohta on koostatud ka üsna põhjalik manuaal (Vogel, 1987). Kuid selle kasutamisel tuleb arvestada, et käsitletud on Ameerika olusid ja näiteid. Taimeliikide valikul tuleb kindlasti kasutada kodumaiseid, mitte võõrliike. Täpsemalt vaata taimestamisest peatükkidest Metsamaaks korrastamine ja Rohumaaks korrastamine.

Hüdrokülv

Üheks taimestamise meetodiks on hüdrokülv, mis seisneb vee, muruseemnete, multši, väetiste ja lisandite segu survega pihustamises ettevalmistatud kasvupinnale (Pilt 5.27). Hüdrokülvi üheks peamiseks eeliseks on külvi erosioonikindlus. Erosioonikindlaks teevad hüdrokülvi segus kasutatavad multš, liimaine ja fiiberkiud, mis moodustavad pinnale pihustatult seotud kihi. Seemned on selles kihis kindlalt kinni ja pinnaveed ei uhu neid ära. Sõltuvalt masinast on ühe päevaga võimalik katta kuni 0,8 ha. Teiseks eeliseks on tulemuse saavutamise kiirus – heade ilmastikutingimuste või piisava hoolduse (kastmise) korral kasvab alal juba mõne nädala möödudes niidetav muru. Ka ei ole hüdrokülviks tingimata vaja kasvumullast aluspinda, mistõttu jäävad ära

kulutused mulla sõelumisele, laotamisele ja transpordile. Hüdrokülv sobib kasutamiseks erisugustel objektidel, sealhulgas maanteeäärsete kraavide ja nõlvade, prügilate ja jäätmehoidlate ning suletud karjäärialade haljastamisel.[50]

Pilt 5.27. Hüdrokülvamine Viljandis Peetrimõisas.
Foto: Timo Vares (Roadservice OÜ); suvi 2006

50 Täpsemat teavet leiab nt Roadservice OÜ kodulehelt: http://www.roadservice.ee/tegevusalad/haljastus/

Pilt 5.28. Õnnestunud hüdrokülv Vastseliina-Meremäe tee 17. kilomeetril.
Foto: Timo Vares (Roadservice OÜ); 26.05.2007

Samas on hüdrokülv suhteliselt kulukas. Suuremate, üle 1 ha pindade katmise puhul on 1 m^2 hüdrokülvi maksumus olenevalt kasutatavast multšist 0,5...1 eurot m^2, mis on mitu korda kallim kui metsastamisel. Hüdrokülvi edukust mõjutab hooldus, näiteks kastmine, mis on eriti oluline põuaste ilmade puhul.

Eestisse jõudis hüdrokülv laiemalt kasutusele umbes kümme aastat tagasi, kui seda hakati laialdasemalt kasutama maanteeäärsete nõlvade haljastamisel (Pilt 5.28).

Paar katset on tehtud ka tehnogeense maastiku taimestamiseks. Näiteks Kiviõli vana tuhamägi kaeti muruga hüdrokülvi meetodil, et rajada sinna talispordikeskus ja suusarajad. Hüdrokülvi on kasutatud ajutise lahendusena Männiku ärimaja ehitusel pidevalt varisenud liivanõlva kindlustamiseks. Hüdrokülvi kasutati ka Eesti Rahva Muuseumi uue maja alt läbiviiva käigu nõlvu haljastades. Kuid seal seeme ei idanenud piisava kiirusega ja erosioon viis suure osa materjalist minema. See oli ilmselt tingitud ebapiisavast hooldusest (kastmisest). Kastmise vajadusega tuleb arvestada hüdrokülvi puhul ka karjääride korrastamisel.

Järgnev hüdrokülvi kasutamise ülevaade on koostatud Ave Uustali töö „Karjääride rekultiveerimine: ülevaade kaevandamisjärgsest taimestamisest

Eestis ja mujal“ põhjal (Uustal, 2008). Mujal maailmas on hüdrokülvi karjääride korrastamisel edukalt kasutatud. Süsteem on sarnane, erinevad aga liigid, mida kasutatakse. Muru külvamise asemel taimestatakse kallakuid looduslike taimede seemnetega, sammalde ja samblikega. Taimeliikide valik oleneb kliimast, pinnasest ja niiskusoludest. Hüdrokülv võimaldab külvata materjali ka järskudele nõlvadele. Hüdrokülvi katseid sammalde ja pioneerliikidega on tehtud näiteks Uus-Meremaal söekarjääride korrastamisel. Eesmärk oli kiirendada looduslikku taastumist. Külvatud samblad ja samblikud soodustasid ka teiste taimede tärkamist ja ellujäämist. Pioneerliikidest moodustasid mikroalad, mis soodustasid järgnevate liikide kasvama hakkamist. Kõige paremaid tulemusi andis graniitkivimitele tehtud külv, vähem tulemusi andis külv liivakivile. Hüdrokülvi katseid on tehtud ka Itaalias, savikarjääris, kus nõlvade kalle oli 40°, pinnas savine ja kõrge pH tasemega. Orgaanilist materjali leidus väga vähe ja seetõttu oli looduslikul taimestikul raske seal kasvama hakata. Taimestamise edu vähendab ja erosiooni soosib ka pikkade põuaperioodide ja lühikeste, kuid veerohkete perioodide vaheldumine. Igale katsealale lisati peenestatud põhku ja vihmaussikomposti ning väetist. Hüdrokülvi meetodid andsid selles piirkonnas vähe tulemusi, kuna nad ei suutnud mulla erosiooni peatada. Hüdrokülvi tulemus sõltus tugevasti mulla omadustest ja kobestatusest. Efektiivne oli see ainult juhul, kui lisaks hüdrokülvile kasutati veel mulla kobestamist ja multšimist.

Hüdrokülvi kasutamisel on saadud nii positiivseid kui ka negatiivseid kogemusi. Siiski tasuks seda proovida teatud juhtudel ka Eesti karjääride korrastamisel, näiteks ehituskivikarjääride puhul. Taimestumist kiirendaks kohalike liikide seemnete kasutamine hüdrokülvil. Suhteliselt kulukat hüdrokülvi saab kasutada kuivades ning intensiivse erosiooniga tingimustes, eelkõige karjääri järskude nõlvade taimestamiseks, samuti tingimustes, kus tulemust on vaja kiiresti saavutada, näiteks tiheasustusalaga piirnevas karjääris.

Eduka taimestumise tagamiseks tuleb tagada piisav hüdrokülvi hooldus.

Ümberasustamine

Ümberasustamine (= taimede siirdamine) on nii Eestis kui ka mujal maailmas kasutatav looduskaitsemeede, mille käigus teisaldatakse isend või kogu

populatsioon looduslikust kasvukohast teise kasvukohta (Karro, 2016).[51] Ümberasustamise vajadus võib karjäärides tekkida juhul, kui karjääri kaevandamisjärgne maakasutus ei soosi kaitsealuse taimeliigi kasvukoha ja/või -tingimuste säilimist ning taimedele on vaja leida asenduseks uus kasvukoht.

Samuti võib tekkida olukord, kus mõnest teisest kohast teisaldatavatele taimedele tuleb luua uus, spetsiifiline kasvuala ning selleks sobib ammendatud karjäär. Lisaks võib taimede mätastena ümberistutamist kasutada ka tavalisemate liikide puhul, mille levikut tahetakse näiteks korrastatavas karjääriosas soodustada ning mis koos katendiga karjäärialalt enne maavara kaevandamist eemaldatakse.

Kaitsealuste liikide ümberistutamise taotluse esitab keskkonnaametile ümberistutamisest huvitatud isik. Taotluse sisu ja tingimused on sätestatud Vabariigi Valitsuse 15.07.2004 määruses nr 248 „Kaitsealuse liigi isendi ümberasutamise kord“. Ümberistutamise vajaduse, võimaluse ja tingimuste üle otsustab keskkonnaameti kaasatav ekspert (Vabariigi Valitsuse määrus, 2004), soovitavalt kogenud ja asjatundlik botaanik.

Ümberistutamine ei pruugi alati olla mõistlik. Kui kaitsealuseid liike on alal arvukalt, võib olla lahenduseks hoopis korrastamissuuna muutmine. Nii on muudetud näiteks Läänemaal asuva kruusakarjääri korrastamissuunda kaitsealuste taimeliikide karvase lippherne (*Oxytropis pilosa*), madala unilooga (*Sisymbrium supinum*), püst-linalehiku (*Thesium ebracteatum*), kärbesõie (*Ophrys insectifera*) jt rohke esinemise tõttu. Esialgse metsastamise suuna asemel anti alale loodusliku rohumaa funktsioon ning parimate korrastamisvõtete väljaselgitamiseks kaasati korrastamisprojekti koostamisse ekspert. (Keerberg, 2015)[52]

Karjääriala järelkasutuse suuna muutmise kaitstavate liikide elupaiga kujundamiseks-säilitamiseks otsustab keskkonnaamet.

51 Astrit Karro bakalaureusetöö: http://www.botany.ut.ee/kaitsmised_2016/bakatood/Astrit_%20Karro.pdf

52 Liis Keerbergi magistritöö: https://dspace.emu.ee/xmlui/handle/10492/1929

Eestis on seni toimunud ümberasustamine (Pilt 5.29) peamiselt II kaitsekategooria taimeliikide puhul, nagu tõmmu käpp (*Orchis ustulata*), aasnelk (*Dianthus superbus*), emaputk (*Angelica palustris*), pehme koeratubakas (*Crepis mollis*) (kuulus ümberasustamise hetkel I kaitsekategooriasse) ja kärbesõis (*Ophrys insectifera*). III kaitsekategooria taimeliikidest on ümber istutatud näiteks halli käppa (*Orchis militaris*), suurt käopõlle (*Listera ovata*) ja harilikku käoraamatut (*Gymnadenia conopsea*). (Karro, 2016)

Kõige sagedamini on Eestis õnnestunud käpaliste ehk orhideede ümberistutamine.

Pilt 5.29. Kaitsealuste taimede mätaste laadimine ümberasustamiseks Paldiski LNG terminali detailplaneeringualalt.
Foto: Aveliina Helm; 22.08.2013

Taimede ümberasustamine on tegevusena näiliselt kerge, kuid ümberasustamise edukuse prognoosimise muudavad keeruliseks iga taimeliigi spetsiifilised nõuded kasvukohale.

Ümberasustamist taluvad paremini liigid, kes on teisaldamise suhtes vähetundlikud ega vaja edasiseks eluks ega paljunemiseks erilisi keskkonnatingimusi.[53] Kuna uus kasvukoht pole kunagi täpselt sarnane algse kasvukohaga, on ümberistutamise edukust raske prognoosida (Harris *et al.*, 1996). Näiteks tuleb orhideede ja paljude teiste taimede ümberistutamisel arvestada, et nad kasvavad sümbioosis seentega. Juhul kui ümberistutamisel see sümbioos katkeb ning uues kasvukohas vajalik seeneliik puudub, ei suuda ka taim kasvama jääda.

Geneetilise varieeruvuse ja keskkonnatingimuste sarnasuse tõttu on parem, kui taimed istutakse ümberasustamisel võimalikult oma algse kasvukoha lähedusse (Montalvo & Ellstrand, 2000). Kuid teinekord võib kohalik taimestik olla jäänud ka sellisesse isolatsiooni, et täiendus teisest paikkonnast on isegi vajalik.

Eestis tehtud ümberasustamisi pole üldjuhul dokumenteeritud ega hilisemat ametlikku seiret tehtud ja seetõttu on seniste ümberasustamiste edu või ebaedu raske hinnata (Karro, 2016). Et seda looduskaitselist meedet arendada, on järelseire kindlasti oluline.

Kaitsealuseid taimi on Eestis ümber istutatud 2009. aastal Läänemaal **Esivere dolokivikarjääris**. Seal asustati uue mäeeraldise alla jäävalt alalt kunagisele lennuväljale ümber II kaitsekategooria liikide kärbesõie ja tõmmu käpa, samuti III kaitsekategooria liikide halli käpa, suure käopõlle ja hariliku käoraamatu kogumid. Seda ümberasustamist ei dokumenteeritud ning puudub ka info hilisema seire kohta.

Pakri poolsaarel asustati 2013. aastal käpalised ümber Paldiski LNG terminali detailplaneeringualalt endisesse **Testepere paekarjääri** (Pilt 5.30). Mättad istutati kooritud pinnasele, paekarjääri süvendeid rajamata. III kaitsekategooria liikide halli käpa, suure käopõlle ja kahkjaspunase sõrmkäpa ümberistutamine oli hilisemate seireandmete põhjal edukas. Ümberasustamise efektiivsus on senise kogemuse kohaselt suurem, kui taimed istutatakse sobivasse kasvukohta ja suurte mätastena.

53 Need liigid ei ole üldiselt ka kaitsealused.

Pilt 5.30. Mätaste ümberistutamine.
Testepere paekarjäär: N 59°23’5’’, E 24°3’30’’
Foto: Aveliina Helm; 22.08.2013

Kokkuvõttes: kaitsealuste taimede ümberistutamise vajadus korrastatavates karjäärides sõltub taimeliigi kasvukoha esinduslikkusest ja sellest, kas alale pärast kaevandamist antav funktsioon võimaldab taimele vajalikud tingimused säilitada. Ühtlasi tuleb läbi mõelda, kas ja millist hooldust kasvukoht tulevikus vajab.

Eeltoodud küsimustele saab vastused anda antud taimeliike tundev ekspert. Korralikult ja teaduslikel alustel planeeritud ümberasustamine sellele järgneva sobiva hooldusega võimaldab vähendada looduskaitse ja majandustegevuse konflikte (Meriste & Helm, 2015).

5.4.3. Metsamaaks korrastamine

Looduslik metsastumine

Eesti asub metsavööndis, seega metsastub ajapikku suur osa aladest, mis jäävad inimtegevusest välja.[54] Seda asjaolu saab kasutada karjääride bioloogilisel korrastamisel. Põlevkivikarjääride puistute uurimisel on leitud, et karjääripuistangute looduslikule uuenemisele jätmisel kujuneb karjääris tunduvalt mitmekesisem taimestik kui rekultiveerimisel ning looduslikult kujunev puurinne mõjutab oluliselt ka ülejäänud taimkatte ja sellega seotud elustiku arengut, soodustades liigirikkust ja elupaikade mitmekesisust (Pensa *et al.*, 2005).

Teisalt ei pruugi spontaanselt kujunenud mitmekesisem metsataimestik olla reegliks. Milliseks taastatav metsakooslus kujuneb, sõltub paljudest asjaoludest, sh korrastamise võtetest, materjalist ja eesmärgist. Võrreldes üheliigilise puistu rajamisega on liigirikkad metsakooslused stabiilsemad ja täidavad rohkem funktsioone.

Edukalt saab looduslikku metsastamist kasutada juhtudel, kui karjääri eluea jooksul teostatakse järjepidevalt ammendatud osa tehnilist korrastust ja on olemas eeldus looduslikuks metsastumiseks (karjäär piirneb metsaga). Lehtpuude (aru- ja sookask (*Betula pendula et B. pubescens*), harilik haab (*Populus tremula*), must lepp (*Alnus glutinosa*)) seeme levib seemet andvast metsast kuni 100 m kaugusele, seega karjäär, mille bioloogiliselt korrastatav pind jääb seemet andvast metsapiirist sadakonna meetri kaugusele, võib karjääri tegevusaja jooksul ka ise looduslikult metsastuda. Okaspuude (harilik mänd (*Pinus sylvestris*) ja harilik kuusk (*Picea abies*) seeme levib 2...2,5-kordse kauguseni seemet andva puu kõrgusest, mis on ~ 50 m. Seega, kui on tehtud õigel ajal tehniline korrastamine ja hiljem ei ole antud kohta vaja uuesti korrastada, võib karjääri või osa sellest lasta metsastuda ka looduslikult. Kui eesmärgiks on majandusmets, võib olla vajalik teha põõsaste ja puistuks mittesobivate liikide (pajude (*Salix* sp.), halli lepa (*Alnus incana*) ja teiste niinimetatud väheväärtuslike lehtpuude) väljaraiet, et vähendada kasvukonkurentsi valitud puudel. Ent kui korrastamise eesmärgiks on looduslik

54 Sellest looduslikust eripärast tulenevalt käsitletakse metsamaaks korrastamist ka põhjalikumalt kui rohumaaks ja põllumaaks korrastamist.

mitmekesine metsakooslus, ei ole väljaraie vajalik. Taimestiku areng sõltub peamiselt karjääri ümbritsevatest kooslustest ja karjääri suurusest (Pilt 5.31).

Pilt 5.31. Metsaga ümbritsetud karjäärid taimestuvad kiiresti.
N 58°58,7'; E 23°57,9'
Foto: Peeter Koll; 30.09.2016

Kui mõningase aja möödudes ei ole loodusliku metsastumist toimunud või see on toimunud osaliselt ja kogu ala on tugevalt kamardunud rohttaimedega, siis tuleks loodusliku metsastumise soodustamiseks lapiti kamarat purustada ja koorida. Metsa majandamise eeskirja § 16 järgi loetakse mets uuenenuks, kui „hektaril kasvab vähemalt 1500 0,5 m kõrgust ja kõrgemat harilikku mändi või vähemalt 1000 0,5 m kõrgust ja kõrgemat harilikku kuuske või vähemalt 1500 0,5 m kõrgust ja kõrgemat harilikku tamme või vähemalt 1500 1,0 m kõrgust ja kõrgemat muud metsa uuenenuks lugemisel arvesse võetavat puuliiki“ (Metsa majandamise eeskiri, 2007). Tootliku metsamaa puhul tuleb vajaduse korral tarvitada täiendavaid metsauuendamise võtteid, et tagada nõutav puude arv ja kõrgus kogu korrastataval alal, mis on määratud metsastamiseks.

Kui korrastamist tehakse kaitsealale jääval karjääris või on korrastamise projekti järgi plaanis ala võtta kasutusele puhkemajanduslikult või on mingil muul põhjusel korrastamise eesmärgiks seatud mittetootlik metsamaa, siis võib sel alal jätta täiendavad metsastamise võtted tarvitamata ning jätta ala looduslikule taimestumisele. Suuremate mittetootlikuks metsamaaks korrastatavate karjääride puhul võib kaaluda häilude jätmist. Häilude suurus mittetootlikul

metsamaal ei ole reguleeritud, see sõltub korrastamise eemärgist ja määratakse korrastamisprojektis.

Karjääri pinnast saab metsakasvatamiseks ebasobivaks lugeda siis, kui viie aasta jooksul pärast metsa istutamist ei ole saavutatud eeskirjaga ettenähtud tulemust.

Karjääri õigel ajal ja süsteemselt tehniliselt korrastades saab maavara ammendumisel looduslikku metsastumist mõistlikult ohjata, mis viib oluliselt alla ka karjääri sulgemise kulusid.

Metsastamine

Valdav osa maailma karjääridest on enne kaevandamist olnud metsamaa, seetõttu on metsastamine levinuim rekultiveerimissuund maailmas (Singh *et al.*, 2002; Uustal, 2008). Loodusliku metsastumise aegluse tõttu eelistatakse looduslikule isetaastumisele sageli puuliikide külvi või istutust. Istutamine annab kiireima ja metsamajanduslikult parima tulemuse. Seega kui korrastamine jääb karjääri eluea lõppu (kaevandamisloa lõppu), on metsa istutamine kõige otstarbekam metsastamise viis. Kui kaevandamisega paralleelselt on toimunud metsastumine või on metsastatud külvi teel, on kaevandamise lõpus enamik alast juba metsastunud ja seda ala ei ole põhjust uuesti metsastada ning kulutused on lõppkokkuvõttes väiksemad.

Metsastamisel valitakse istutatavate puude liigid lähtuvalt tehnogeense pinnase viljakusest. Lahjale rähasele pinnasele istutatakse mändi ja kaske. Paremal maal, kus pinnasesse on segunenud turvast, lähevad edukalt kasvama kask, kuusk, must lepp, saar ja tamm. Istutusmaterjalina kasutatakse peamiselt männi, kase ja musta lepa kaheaastaseid seemikuid; kuuse, saare ja tamme puhul neljaaastaseid istikuid. Metsastamist ja karjäärimetsi on põhjalikult uuritud, vt kogumikku „Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis (Kaar & Kiviste, 2010).

Ammendatud põlevkivikarjääride alal, kus on valdav madala viljakusega karbonaatne rähane paepinnas, kasvab ligikaudu 100 km^2 männikultuure. Ammendatud Maardu fosforiidikarjäär on rajatud suures osas haritavale maale. Katendis olnud muld, fosforiidikihid, glaukoniitliivakivi ja graptoliitargilliit on

tehispinnases tekitanud puittaimede kasvuks soodsad tingimused. Nii kasvavad Maardu karjääri põhjaosas ligikaudu 10 ruutkilomeetril mitu puuliiki. Metsastatud on ka põlevkivikaevanduste rikastusjääkide puistanguid. (Reinsalu, 2016b)

Eeltoodud kogemusi saab kasutada paekivikarjääride ja lubjakivirikaste kruusakarjääride metsastamisel. Samas tuleb nentida, et ülalmainitud ammendatud põlevkivikarjääride ja fosforiidikarjääri puhul on istutusmaterjaliks kasutatud kodumaiste liikide kõrval ka võõrliike ja kuigi puittaimestik seal kasvab juba aastakümneid, ei ole veel nendel aladel kujunenud stabiilset metsaökosüsteemi.

Puuliikide valik karjääride metsastamisel

Kuigi võõrliike on edukalt katsetatud põlevkivikarjääride ja puistangute metsastamisel, tuleks kasutada siiski kodumaiseid puuliike, sest praktika on näidanud, et varem või hiljem kaasneb võõrliikidega probleeme. Osa võõrliike võib muutuda invasiivseks ning hakata negatiivselt mõjutama kohalikku ökosüsteemi. Teiste liikidega kaasnevad taimehaigused ja kahjurid, mis mõjutavad ka kohalikke liike jne.

Kasutada tuleks kodumaiseid puuliike, sest võõrliikidega kaasneb probleeme.

Liigi valikul tuleb eelkõige lähtuda nende nõudlikkusest mulla niiskuse, viljakuse ja happesuse suhtes (Pilt 5.32). Lisaks tuleb otsustada, kas rajatakse puht- või segapuistud.

Korrastatavates toitainevaestes liivakarjäärides, kus puudub ka tagasipandav mullakiht, on metsastamiseks kasutada kodumaistest puuliikidest ainult harilik mänd. Karjäärides, kus pinnas on toitainerikkam või tagasipandav mullakiht on tüsedam > 15 cm ning mis on niiskusrežiimilt parasniisked, saab kasutada kõiki kodumaiseid puu- ja põõsaliike.

Korrastusprojektis metsamaad eesmärgiks seades tuleb arvestada, et tehnilise kultiveerimise järel peab jääma põhjavee tase vähemalt 0,7 m allapoole pinnast. Kui kaevandamisjärgsed tingimused seda ei võimalda, kaeve sügavus on olnud põhjavee piiril või selle lähedal, siis tuleb korrastada see ala märgalaks, kus võivad samuti hakata looduslikult kasvama mõned puud, kuid siis ei ole ala korrastamise eesmärk enam metsamajanduslik.

Metsamajanduslikus mõttes tuleks eelistada tulevikus rohkem väärtust andvaid puuliike nagu, mänd, arukask ja must lepp.

Harilik kuusk kui pinnase viljakuse ja niiskusrežiimi suhtes nõudlik liik karjääride metsastamisel tavaliselt ei sobi, kuna jääb ebasoodsate tingimuste ilmnedes kiratsema. Küll aga tõstab kuuse looduslik järelkasv rajatud kultuuri mitmekesisust ja liigirikkust.

Pilt 5.32. Metsastamine: karjääri kõrgematele osadele (esiplaanil) on rajatud männikultuur ja madalamatele osadele on istutatud kasetaimed.
Huntaugu liivakarjäär: N 59°25,3’; E 25°22,3’
Foto: Peeter Koll; 14.10.2016

Enamasti rajatakse ammendatud liiva- ja kruusakarjääridesse hariliku männi puhtkultuurid. Kuna nende algtihedus on küllalt väike (3000...5000 taime hektarile), annab see võimaluse loodusliku lehtpuu tekkeks, milleks peamiselt on arukask ja sookask, harilik haab, hall lepp ja paju liigid. Nende kaasabil saab

puistu hooldamisel välja kujundada okas-lehtpuu segapuistu, mille koosseisus on 70...80% okaspuid ja 20...30% lehtpuid. Seega võib segapuistute saamiseks korrastatud liiva- ja kruusakarjäärides rajada puht okaspuukultuure (harilik mänd).

Enne männikultuuride rajamist tuleb kontrollida, et karjääri looduslikult kujunenud männipuistus või ümbritsevates metsakooslustes ei oleks levinud punavöötaud, mida põhjustab seen *Mycosphaerella* (*Scirrhia*) *pini*.

Punavöötaud on okaspuude okkaid kahjustav seenhaigus, mille peremeestaimedeks on männi (*Pinus*) liigid. Esmalt on sümptomid näha võra alusel vanematel okastel. Nakatunud okastele tekivad algul kollased, siis helepruunid laigud ja ristvöödid, mis muutuvad hiljem punaseks. Seejärel muutuvad okaste tipud punakaspruuniks. Okaste alused jäävad roheliseks. Kõige paremini on okastel sümptomid nähtavad juunis-juulis, seejärel võivad nakatunud okkad pudeneda ning puud omandavad tüüpilise „lõvilaka“ välimuse – oksa tippu jääb ainult sama aasta okaste tutt, ülejäänud okkad on pudenenud. Selline okaste pudenemine jätkub aasta-aastalt ning nõrgestab puid, vähendades puidu teket ja võib lõpuks põhjustada puu surma. (Põllumajandusamet, 2017)[55]

Punavöötaud avastati Eestis 2006. aastal Järvseljalt. Aastaga levis see üle kogu Lõuna-Eesti ja osaliselt ka teistesse Eesti piirkondadesse. Tõrjet sellele haigusele puistutes ei tehta, nakkustunnustega taimi hävitatakse ainult puukoolides, taimlates ja istikuärides. (Kaare, 2013)[56]

Juhul kui punavöötaudi esineb, tuleb istutuseks valida teised puuliigid, näiteks arukask. Senise metsastamise käigus on üles kerkinud veel mõned aspektid, millele tuleb tähelepanu pöörata: hariliku männi liiga suur osakaal korrastatud aladel, seda peamiselt põlevkivikarjääridest tingituna, kuid ka kruusa- ja liivakarjäärides.

55 Vt punavöötaudi tekitajatest: http://www.pma.agri.ee/download.php?getfile2=1782

56 Priit Kaare magistritöö: http://ph.emu.ee/~drenkhan/Magister/P_Kaare2013_Punavootaudi_tekitaja_Eestis.pdf

Erinevate puuliikide kasutamine suurendab korrastatavate alade bioloogilist mitmekesisust, eriliigiliste puistute rajamisega kiirenevad rikutud aladel mullatekkeprotsessid.

Okaspuupuistutega võrreldes on lehtpuu- või segapuistute rajamine keskkonnakaitselisest ja sotsiaalmajanduslikust aspektist efektiivsem, sest lehtpuud on kiiremakasvulised, suurema haiguskindluse ja väiksema tuleohuga.

Asulate ümbruses puistute koosseisu rikastamiseks võib viljakatel ja parasniisketel karjääripinnastel kultiveerida ka kodumaiseid laialehiseid lehtpuid (harilik pärn, harilik vaher, harilik jalakas ja künnapuu). Kuid siin tuleb arvestada, et antud istutusmaterjali on vähe saada ja see on kallis. Lisaks on probleemiks nende kultuuride suurem ulukikahjustuse oht. Looduslike ja pinnase tingimuste võimaldades tuleks suuremates karjäärides (> 10 ha) kasutada teeäärsetel aladel lehtpuu (arukask ja must lepp) ribasid tuleohu vähendamiseks. Ribade laius peaks olema vähemalt 30 m, see rikastab ühtlasi ka karjääri tulevast puistu koosseisu ja liigirikkust.

Algtihedus kultiveerimisel ja puistu tihedus

Algtiheduseks nimetatakse seemikute, istikute, heistrite[57] ja külvikohtade arvu hektaril. Karjääri korrastamisel tuleb algtihedust määrates arvestada kasvukoha tingimusi, kultiveeritava puuliigi bioloogilisi iseärasusi, kultiveerimise viisi, kultiveerimisematerjali kvaliteeti ja suurust, sobivate looduslikult kasvanud puude olemasolu, metsakultuuri edasist funktsiooni ja majandamise võimalust.

Seega sõltub algtiheduse suurus järgmistest asjaoludest:

- kui palju võib alale tekkida peapuuliigi ja kaaspuuliigi looduslikku järelkasvu;
- pinnase viljakus (mida viljakam on pinnas, seda suurem on algtihedus, kuna siis on majanduslik tasuvus suurem);
- kultiveerimise meetod (külvikohtade arv on suurem kui istutuskohtade arv;
- istutusmaterjali suurus (mida suurem on istutusmaterjal, seda väiksem on istutuskohtade arv);

57 *Heister* – istutamiseks kasvatatud noor lehtpuu („Eesti keele seletav sõnaraamat“, 2009).

- puuliigi bioloogilised omadused.

Näiteks mänd hakkab noores eas avara kasvuruumi korral kasvatama jämedaid külgoksi, põõsastuma, ega kasva hästi kõrgusesse, samas on ta väga õrn kultuuri looduslikult tekkivate lehtpuude varju ja piitsutamise suhtes.[58] Kasel ja mustal lepal kui valgusnõudlikel liikidel peab kultuur olema hõredam, et oleks tagatud elusvõrade pikkus vähemalt 40...50% võra pikkusest.

Istutuse algtiheduse määramisel tuleb lähtuda eesmärgist, et ala saaks eeskirja kohaselt uuendatud 5 aasta jooksul. Algtiheduse suuruseks korrastatavates liiva- ja kruusakarjäärides võiks männi tihedus jääda 3000–5000 istikut ja lehtpuudel (peamiselt arukask ja must lepp) poole vähem (1500–2500) istikut hektaril. Selline algtihedus eeldab kindlalt kvaliteetset tööd kultuuri rajamisel ja hilisemal hooldamisel, et oleks tagatud puude kasvamaminek. Puuliikide segamisel tuleb seda teha rühmiti ja arvestada, et rajatava rühma suurus võiks olla > 0,5 ha. See soovitus lähtub metsa hilisemast raiest. Kuid looduslikus metsas on rühmad tunduvalt väiksemad ja seda tuleb loodusliku metsa rajamisel arvestada.

Metsakülv ja -istutus

Metsakultiveerimisel kasutatakse külvi ja istutust. Külv on puuliigi seemnete käsitsi või masinaga külvamine ettevalmistatud kohta ja selle katmine pinnasega. Istutamine on alalisse kasvukohta kinnisjuursete kuni kahe- ja kahe-kolmeaastaste seemikute ning kolme-nelja-aastaste istikute istutamine. Külvil ja istutusel on mõlemal oma poolt- ja vastuargumendid.

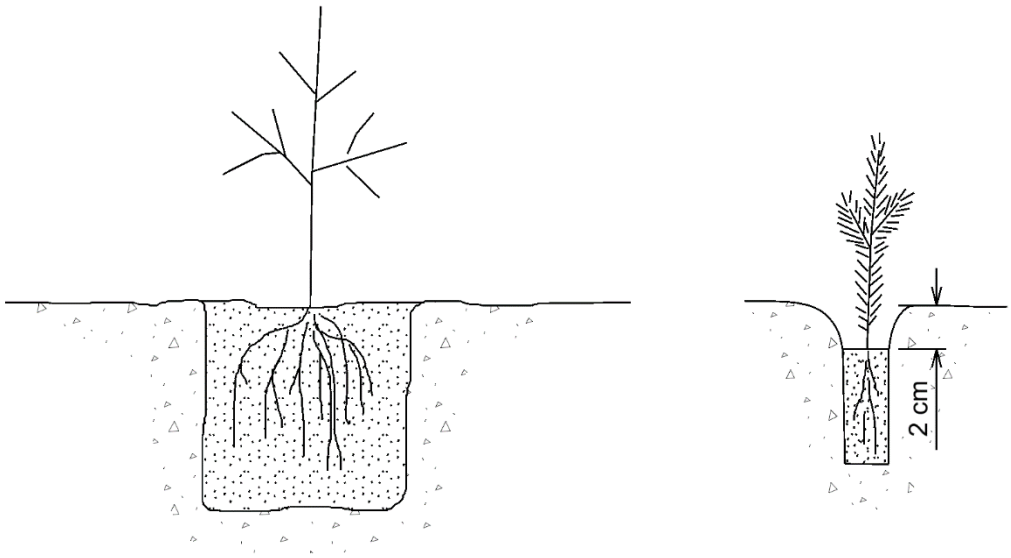
Istutuse eelised on mitu korda väiksem seemnekulu; seemikute ja istikute parem kasvamaminek ka halvemates ilmastikuoludes.

Istik vajab ka vähem hooldust ja kannatab vähem rohttaimede ülekasvu käes. Külvi eelisteks on seemnete kerge transportimine, külvi lihtsus ja kerge mehhaniseeritavus. Mehhaniseeritud külvile seab piirangud ala tehniline korrastatus ja tehnika võimalused. Tehnikaga ei saa liikuda järskudel nõlvadel, samuti ei saa külvata kivisele (kivi läbimõõt üle 5 cm) pinnasele.

58 *Piitsutamine* – metsakasvatajate termin, mille all mõistetakse naaberpuude kontakti tuule käes.

Eeltoodud eelistest lähtuvalt kasutatakse istutust kuivadel põuakartlikel pinnastel (liivased sügava pideva põhjaveega alad), aga ka märgadel pinnastel, kus esineb külmakohrutust (põhjavee tase pidevalt üle 0,7 m), erosiooniohtlikel aladel ja väga viljakatel aladel, kus rohu kasv on kiire. Peamine külvatav puuliik on mänd, teisi puuliike enamasti ei külvata, vaid istutatakse. Külvi eelistatakse parasniisketel kuni kuivadel liivapinnastel ja suurepinnalistel aladel. Männiseemned külvatakse varakult üles sulavale pinnasele varakevadel, et tõusmed jõuaksid tärgata enne kevadsuvist põuda. Männiseemet kulub tuhande külvikoha kohta umbes 0,1 kg.

Istutamise tehnoloogia peab välistama taimejuurte kuivamise ning kindlustama nende õige asendi ja juurte ümber tühemike mullaga katmise. Istutamise sügavus peab vastama puuliigi bioloogilisele iseärasusele. Paljasjuurelise kuuse, kase ja musta lepa juurekael peab jääma maapinnaga ühele tasemele, männiseemikute juurekael peab jääma 2 cm sügavusele (Pilt 5.33). Mida kuivem on pinnas, seda sügavamale tuleb istutada.



Pilt 5.33. Taime istutusjärgne asend ja sügavus. Vasakul paljasjuurse puu istik, paremal männiseemik.

Paljasjuursete taimede parim istutusaeg on kevadel, männil enne pungade puhkemist ning kasel ja mustal lepal, kuni lehed on hiirekõrvul. Okaspuid võib varasügisel istutada augusti keskpaigast septembri keskpaigani, välja arvatud peeneteralistel külmakerkelistel liivadel, kus võib istutada kevadel enne vegetatsiooniperioodi algust.

Kui metsastamise eesmärk on loodusliku puistu taastamine, tuleks vältida majandusmetsa rajamisele iseloomulikku ridadena istutamist ja külvamist, vaid puud tuleks istutada või külvata juhuslikult, loomulikku metsastumist imiteerides.

Kokkuvõtvalt esitab karjääride metsastamise viise Tabel 5-8.

Tabel 5-8. Karjääride uuendamisviis ja uuendusmaterjali kulu.

	Metsauuendamise viis	Sobilik puuliik	Uuenduse materjal	Kulu ha
Liivakarjäär	Külv	Harilik mänd	Seeme	0,3-0,7 kg
	Istutus	Harilik mänd	Seemik	3000-5000 tk
		Arukask	Seemik	1500-2500 tk
Kruusakarjäär	Külv	Harilik mänd	Seeme	0,3-0,7 kg
	Istutus	Harilik mänd	Seemik	3000-5000 tk
		Arukask	Seemik	1500-2500 tk
		Must lepp	Seemik	1500-2500 tk
		Harilik kuusk	Istik	1500-2500 tk
Paekarjäär	Istutus	Harilik mänd	Seemik	3000-5000 tk
		Arukask	Seemik	1500-2500 tk
		Must lepp	Seemik	1500-2500 tk

Kultuuri hooldus

Pärast kultuuri rajamist tuleb seda kuni noorendikuks arenemiseni korrapäraselt hooldada. Hoolduse viisid ja sagedus sõltuvad puuliigist, kultiveerimise viisist, kasvukohast ja ala kasutamise eesmärgist.

Kultuuri peamised hooldusviisid:

- kultuuri täiendamine,
- rohttaimestiku ja selle kulu eemaldamine taimede ümbert,
- ebasoovitavate puude ja põõsaste raie,
- kultiveeritud puude katmine pestitsiididega taimekahjurite ja repellentidega ulukite vastu.

Kultuuri täiendatakse kolmel esimesel aastal, kui hukkunud peapuuliigi taimi on kultuuris üle 10...20%. Maapõueseaduse § 88 sätestab järgmist: „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“ (Maapõueseadus, 2017). Kuna metsakultuuride täiendamine on väga kulukas ettevõtmine tuleb varem kõik kultiveerimistööd teha õigesti ja hoolikalt, mis suurendab taimede kasvamaminekut. Taimede väljalangemist aitab vähendada ka taimedelt ja taimede ümbert rohu, kulu ning ebasoovitavate puude ja põõsaste eemaldamine. Siin on eesmärgiks eemaldada kultiveeritud puuliigi kasvu segavad konkurendid. Seda tehakse olenevalt vegetatsiooniperioodist ja rohukasvust 2...3 korda aastas:

1) juunis,
2) juulis-augustis,
3) oktoobris-novembris.

Oluline on, et vegetatsiooniperioodi lõpus, oktoobris-novembris eemaldatakse puudele langenud kulu, millega välditakse puude lamandumist.

Metsamaaks korrastamise tehnilised soovitused

Eelmisel sajandil koostatud põlevkivikarjääride rekultiveerimise juhendites reglementeeriti metsamaaks korrastamise tehnilised nõuded:

- pinnas siluda, koristada kivid;
- silutud pinna ülemine, 0,5 m paksune kiht peab sisaldama peent materjali (terasuurus < 1 mm) vähemalt 25% (massi järgi) ega tohi sisaldada kive (läbimõõt > 10 mm) enam kui 40%;
- metsamaa lainete nõlvanurk < 8°;
- nõlvanurk looduslikul rohumaal (kaevikute nõlvadel) < 18°;
- põhjavee tase > 0,7 m maapinnast.

Tehnilised nõuded määrati ekspertmeetodil, mitte mõõdistuspõhiselt. Praktikas osutusid need nõuded aga liiga üldisteks – ei sobinud kõigi kaevandamisviiside, pinnaste ega kultuuride jaoks. Samuti tekitas küsimusi ja arusaamatusi nõuetelevastavuse hindamine looduses, eelkõige nende arvväärtuste mõõtmääramatus (lubatavad hälbed). 1996. a normatiivdokumendis „Pealmaakaevandamisega rikutud maa rekultiveerimise kord“ oli kõigi nõuete

suhtes mõõtemääramatust sätestav punkt: „34. Rekultiveeritud ala kvaliteedi pistelise kontrolli punktid peavad moodustama juhusliku valimi. Käesoleva korra § 17, 22, 23, 24, 25 ja 27 toodud arvväärtused peavad olema tagatud 95% tõenäosusega“ (Eesti Vabariigi keskkonnaministeerium, 1996). See säte jäi hilisematest normatiivdokumentidest välja, sest puudusid üheselt mõistetavad metoodilised juhised kontrollimiseks vajalike (pisteliste) punktide (trasside, profiilide) arvu ja kohtade valimiseks korrastatud maal ja veekogudes (Reinsalu, 2016b). Samuti ei peetud varasemate nõuete defineerimisel silmas, et kõrvalekallete tõenäosuse hindamisel ei saa alati lähtuda normaaljaotusest.

Hiljem omistati rekultiveerimisnõuete arvväärtustele soovituslik iseloom ja neid võetakse kui keskväärtusi. Neid on soovitatav teada keskkonnamõju hindajatel ja korrastamistingimuste koostajatel. Korrastamise projekteerijale on nad aluseks mõõdetavate parameetrite (lõimise, nõlvade, veekogude sügavuste, põhjavee taseme jne) optimaalsete väärtuste seadmiseks, mis peavad olema juhisteks korrastamistööde tegijale ja kvaliteeti kontrollivale isikule. Kõigi parameetrite mõõtemääramatus peab olema projektis defineeritud üldiselt, üksikult ja/või mõõtarvude kirjutamise tava kohaselt (Reinsalu, 2016b).

Materjali terasuurusel ei ole liiva- ja kruusakarjäärides tähtsust, sest seal ei esine olulises koguses sellise terasuurusega materjali, mis segaks istutustegevust ja hakkaks pärssivalt mõjuma metsakasvule. Küll aga tuleb terasuurusega (tükisuurusega) arvestada paekarjäärides, kus vähemalt istutuskiht peab olema sellistest kividest vaba, et oleks võimalik istutada ja taim püsiks maa sees kinni (> 10 mm läbimõõduga tükke vähem kui 40%). Metsakasvatamise seisukohast peab olema korrastatud alal ülemine kiht (10...15 cm) piisavalt peenest materjalist, et istutada nii, et taimede väljalangemine ei oleks üle 20%. Teades, et mida kehvem (kivisem) on istutuspind, seda suurem on taimede väljalangemine, võib nurjumist vähendada suurema algtihedusega, kuid see tõstab bioloogilise korrastamise hinda.

Nõlvanurk (nõlvus) on oluline metsamaa majandamisel. Kuna enamik metsatöid (harvendus-, lõpp- jm raied) tehakse mehhaniseeritult, peab pärast karjääri tehnilist korrastamist jääma karjääri põhi sedavõrd tasane või lauge (vt arvväärtusi Tabel 5-2), et seal oleks edaspidi võimalik raiemasinatega liigelda. Istutamise hõlbustamiseks on ka mehhaniseeritud istutusmasinad, kuid nende maksumuse ja kasutuse tõttu ei ole neid seni Eestisse toodud ja seega mehhaniseeritud istutust veel ei praktiseerita.

Põhjavee taseme puhul tuleb arvestada pideva ehk keskmise veeseisuga. Lühiajalised liigveed (kuni kuu aega, sagedusega üks kuni kaks korda aastas) ei kahjusta metsa nii, et see hukkuks. Looduses esinevad suurveeperioodid, mille ajal on ulatuslikud metsamassiivid lühemat või pikemat aega üleujutatud (nt Soomaa viies aastaaeg). Kuid metsale on hukatuslik pikaajaline liigvesi, pidev kõrge veeseis. Põhjavee tase 0,7 m allpool maapinda on piisav, et tagada metsa kasv. Kui põhjavee püsitase (st mitte kevadel ega sügisel) on sellest kõrgemal, on mõttekas metsastamist vältida ja korrastada ala muuks otstarbeks, näiteks märgalaks.

Maastikukujundus. Karjääri korrastamisel metsamaaks tuleb metsa istutada kogu alale, ka nõlvadele, mis tagab, et need ei hakka varisema (vt arvväärtusi Tabel 5-2). Maastiku ilmestamiseks võib sobivas kohas ette näha järske nõlvu, mida tulevikus ei majandata. Endastmõistetavalt peavad sellised alad olema projekti graafilisel osal (plaanil) kohtkindlalt märgitud.

Pinnase käitlemine. Kui karjääri avamisel on pinnas kooritud ja ladustatud, siis tehnilisel korrastamisel tuleb maa sellega katta, mitte tekitada sellest materjalist pinnavorme, mis pole projektis (maastikuarhitektuuriliselt) ette nähtud. Juhul kui pinnavormid on projektis ette nähtud, tuleb lähtuda projektist. Kui karjääri avamisel oli kooritav pinnas õhuke ja sellest ei jätku kogu karjääri katmiseks, tuleb jätta osa ala põhjast katmata, kuid kindlasti katta nõlvad, et need taimestuksid kiiremini, mis vähendab nõlvadel erosiooni ohtu. Huumusmulla kasutamine ei ole metsamaaks korrastamisel tingimata vajalik. Näiteks mänd saab väga hästi hakkama ka liivapinnases ja ilma huumuseta. Samuti on pinnase suhtes vähenõudlik kask.

Ligipääsetavus. Enamik metsamaaks korrastatud karjäärimaast peab olema metsamajandusmehhanismidele ligipääsetav. Riigimetsa Majandamise Keskus kasutab optimaalse metsateede võrgustiku arvutamisel koefitsienti 1,2...1,4 km teid 100 ha metsamaa kohta. Metsateede seisundile esitatavad nõuded näevad ette, et puittaimestik ei või kasvada teele lähemal kui 2 m, samuti ei tohi puude osad ulatuda teele selliselt, et need takistaksid teel ohutut liiklemist (Metsatee seisundi kohta esitatavad nõuded, 2015).

5.4.4. Rohumaaks korrastamine

Rohumaa on avamaastik, kus kasvavad rohttaimed. Puid-põõsaid kas pole üldse või leidub neid hõredalt (Pilt 5.34).

Inimmõjust lähtuvalt eristatakse rohumaadena

- looduslikke rohumaid, mida inimene pole oma tegevusega mõjutanud (väetanud, harinud, külvanud jne) ning kus kasvavad taimeliigid levivad ja kasvavad ilma hoolduseta;
- poollooduslikke kooslusi, millel on säilinud looduslik rohukamar ja taimestik ning kus inimtegevus piirdub peamiselt saagi koristamisega (niitmine, karjatamine) (Talvi & Talvi, 2012);[59]
- kultuurrohumaid, mis on suhteliselt vähemuutuvad, valdavalt mitmeaastaste heintaimedega kaetud alad, mille saagikust on regulaarselt mõjutatud väetamise, harimise, seemendamise või teiste põllumajanduslike võtetega (Paal, 1997).[60]

Karjääride korrastamisel rohumaaks on võimalik lasta taimestikul looduslikult taastuda ning ala edaspidi poollooduslikku kooslusena majandada, kiirendada poollooduslikku koosluse teket looduslike seemnete külviga või rajada külviga kultuurrohumaa.

Rohumaaks korrastamise tehnilised soovitused[61]

Eelmise sajandi lõpus reglementeeriti põlevkivikarjääride rekultiveerimise juhendites ka looduslikuks rohumaaks korrastamise tehnilised nõuded:

- nõlvanurk looduslikul rohumaal (kaevikute nõlvadel) < 18°;
- suurema kaldega, järsud perved tuleks tõkestada;
- põhjavee tase peaks olema > 0,7...1 m sügavusel (Reinsalu, 2016b).

59 Raamat „Poollooduslikud kooslused. Kaitse ja hooldus“, https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/public/PLK/poollooduslikud_kooslused.pdf

60 Raamat „Eesti taimkate kasvukohatüüpide klassifikatsioon“, http://www.botany.ut.ee/jaanus.paal/Jaanuse_Artiklite_koopiad/kasvukohatyypide.klassifikatsioon.Paal.pdf

61 Selgitust tehniliste nõuete kujunemise ja nende soovitusliku iseloomu kohta vt peatükist „Metsamaaks korrastamise tehnilised soovitused“.

Pilt 5.34. Rohumaaks korrastatud liivakarjäär.
Tiitsu II liivakarjäär Raplamaal: 59°0’17’’, 24°50’36’’
Foto: Peeter Koll; 30.09.2016

Rohumaid saab rajada nii karjääri põhjale kui ka täidetud või osaliselt täidetud nõlvadele. Samuti saab rohustada künkaid. Ebasobivad on püsivalt varjus olevad alad, samuti pidevalt liigniisked, ilma vee äravooluta (sulg)lohud (Rademacher *et al.*, 2008). Liivane pinnas rohumaa loomiseks eriti ei sobi. Pinnase ülemine vähemalt 0,1 m paksune kiht peaks olema huumuseline. Võimalusel kasutada kaevandatud alalt eemaldatud kasvupinnast (Inseneribüroo STEIGER OÜ, 2012a).[62]

Kultuurrohumaade rajamisel peaks enne kindlaks tegema, milliseid paikkonnale eriomaseid tingimusi nende majandamiseks vajatakse, näiteks kuivõrd vajalikud on niisutus- või kuivendussüsteemid (Rademacher *et al.*, 2008).

Kui karjääris juba esineb loodusliku rohumaa taolist ala, tuleks loodusliku rohumaa kujundamisel seda säilitada võimalikult suures osas. Kohtades, kus see võimalik ei ole, tuleb luua pinnase ettevalmistamisega tingimused looduslikuks

62 Siimusti karjääri korrastamise projekt: https://piksel.ee/dogre/jogeva/index.php?module=32&op=1&id=6706

taimestumiseks. Kui selleks ei ole eeldusi või on see väga aeglane, taimestada eraldi istutamise või külvamise teel.

Niitmiseks sobivad rohumaad peaksid olema valdavalt tasased või kerge kaldega. Järskudele nõlvadele tuleks planeerida astangud teede ja radadega. Kuivade aruniitude sarnased karjatamisalad võivad olla kavandatud ka kaldsete nõlvadega (arvväärtusi vt Tabel 5-2). Väga oluline on, et paikkonnale omased taimestikuelemendid oleksid korrastatud karjäärialal esindatud (Rademacher *et al.*, 2008).

Elustiku mitmekesisust soodustavad veekogud (sh väikeveekogud). Nende olemasolul saab endisele karjäärialale kujundada näiteks vaheldusrikka maastiku veekogu(de)st, rohttaimedest ning põõsa- ja puuliikidest. Vaata ka peatükki Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad.

Taimestamisel tuleb kasutada kohalikke taimeliike, mis on kohanenud paiga kliima ja pinnasetingimustega ning ka ülejäänud elustikuga.

Taimede valikuga saab ka kujundada liikumiskoridore ning suunata seda, millised loomad ala toitumis- või elupaigana kasutada saavad (Brenner, 2000). Näiteks vahedusrikka maastiku kujundamisel saab kasutada kodumaised puu- ja põõsaliike, nagu pihlakas (*Sorbus aucuparia*) ja lodjapuu (*Viburnum opulus*), mis on ühelt poolt efektsed haljastuses, kuid pakuvad ka toitumisvõimalusi paiksetele ja rändavatele värvulistele.

Rohumaa ettevalmistamine

Rohumaade põllumajanduslik kasutamine korrastatud karjäärides nõuab pinnase asjalikku taastamist, mis tagaks oodatava saagikuse. Korrastatud maa peab olema (masinatega) ligipääsetav ja hooldatav. Seemned tuleb külvata kohe pärast pinnase ettevalmistamist, et vältida ebasoovitavate liikide levimist alale.

Põllumajanduslikult tootlike rohumaade puhul saab kasutada tavalisi kaubandusvõrgus müüdavaid seemneid, kuid samas on tähtis, et tegu oleks liigirikaste segudega, mis ei sisalda võõrliike, ning et need külvataks professionaalselt.

Parima tulemuse saavutamiseks peab teadma liigile sobivat külviaega ja tingimusi. Kasutatavad kultuurid peaksid olema hea söödavuse, kõrge toiteväärtusega, taluma karjatamist ja sobima ala keskkonnatingimustega.

Rohumaade puhul, mis ei pea olema tootlikud, võib ala katta liigirikkalt rohumaalt niidetud heinaga, mis kantakse alale vahetult pärast niitmist. See tagab kõige olulisemate lähiümbruse liikide tuleku karjääri (Rademacher *et al.*, 2008).

Võimalik on kasutada ka looduslikelt niitudelt pärit seemnesegusid, mida saab koguda selleks otstarbeks ette nähtud seemnekogujaga (*brush harvester*). Seemnekogumismasin (Pilt 5.35) kogub sobiva liigilise koosseisu ja sarnaste keskkonnatingimustega niidult suve jooksul mitmel korral seemneid, tulemuseks on mitmekesine ja kohalike oludega kohanenud seemnesegu. Hinnanguliselt on ühe hektari taimestamiseks vajaliku seemnesegu kogumiseks vajalik olenevalt elupaigatüübist 0,3...1 hektarit doonorala. Seemnesegu hind võib varieeruda olenevalt sellest, kui spetsiifiline ja haruldane on kooslus ja kui palju sealne taimestik seemneid annab. Korjamine on odavam aruniitudel, kallim keerulise maastikuga kooslustelt, nagu puisniidud, kadakased loopealsed.

Pilt 5.35. Seemnete kogumine seemnekogujaga.
Koonga vald, Pärnumaa
Foto: Aveliina Helm; 13.09.2016

Ühelt niidult võib seemnekogujaga teha suve jooksul 2...3 korjet. Eestis tegeleb looduslike seemnesegudega näiteks Tartu ülikooli võrsefirma Nordic Botanical.

Kohaliku loodusest pärit seemnesegu kasutamisel on eeliseid kultuursegu kasutamise ees: kooslus on hästi kohanenud kohalike oludega, võimaldab kiiret ja looduslähedast taimestumist ning panustab kohaliku loodusliku mitmekesisuse ja ohustatud elupaikade liigirikkuse säilimisse maastikulises skaalas. Lisaks on välismaiste seemnesegude puhul oht võõrliikide levimiseks.

Üldiselt sisaldavad kohalikust loodusest kogutud seemnesegud rohkem õitsevate kaheiduleheliste liikide seemneid kui kultuurkõrreliste segud. Rohkem õitsevaid taimi võimaldab hüljatud karjäärialadel kujuneda ka liigirikkamal putukafaunal ja linnustikul. Looduslike liikidega taimestamine panustab seega rohkem loodusliku mitmekesisuse säilitamisse ja taastamisse.

Kulude kokkuhoiu eesmärgil on suuremates karjäärides võimalik loodusest pärit seemnesegusid ja kultuursegusid kombineerida. Kultuursegude liigid pikaajaliselt kooslustes ei püsi ja hakkavad aegamisi välja surema, kuid kuna alale on toodud ka vastavatesse keskkonnatingimustesse hästi sobivad looduslikud liigid ja genotüübid, saavad viimased end tasapisi laiendama hakata.

Toitainepuudust korrastatava ala pinnases võib vähendada pika toimeajaga keemiliste või orgaaniliste väetiste lisamisel ning pH taset saab tõsta lubja abil. Kõrgem pH tase aitab kaasa liigirikkama taimestiku kujunemisele. Lämmastikutaseme püsivaks tõstmiseks pinnases võib kasutada liblikõielisi, nagu harilik lutsern (*Medicago sativa*), ristikud (*Trifolium ssp.)* ja hiireherned (*Vicia ssp*.), kuigi need liigid kipuvad olema tundlikud, kui pH tase on väiksem kui 6. (Heikkinen *et al.*, 2008)

Soovitused liigirikkuse tagamiseks:

- Liigirikka taimestiku loomiseks on esimestel aastatel vaja ala niita mitu korda, et alla suruda dominantseid liike ja umbrohtusid. Tavapäraselt tuleks aga niidukooslusi niita juuni lõpus - juuli alguses. Niitmine juuli lõpus soosib suurekasvulisi kõrrelisi.
- Väetada pigem ei tohiks, kui eesmärgiks on liigirikas taimestik. Produktiivse taimestiku saamisel võib väetisi kasutada, kuid võimalikult vähe, ja ainult pärast toitainesisalduse kontrolli.
- Hooajalised üleujutused on soositud, kui need võimaldavad samas siiski plaanipäraselt niita või karjatada. Kuivenduskraavide rajamist tuleks pigem vältida.

Hooldamata rohumaa metsastub lühema või pikema aja jooksul, see sõltub pinnase viljakusest, niiskusesisaldusest ja teistest taimede kasvu mõjutavatest keskkonnatingimustest. Mestastumise vältimiseks on vaja rohumaad hooldada (karjatada, niita, vajaduse korral puid ja põõsaid raiuda). Niidetud hein ja raiutud puittaimed tuleks toitainete akumuleerumise vältimiseks alalt eemaldada.

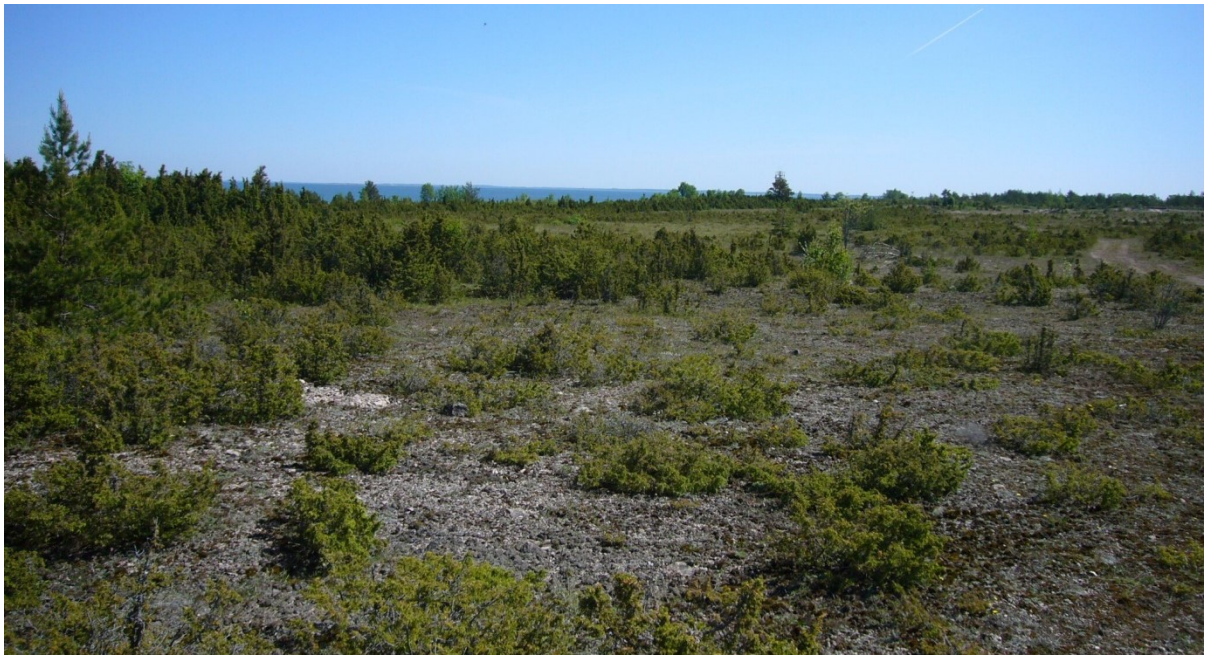
Poollooduslikud kooslused

Eestis on poollooduslikeks kooslusteks puisniidud, loopealsed, ranna-, lammi-, aru- ja soostunud niidud, puiskarjamaad ning nõmmed. Liigirikkad ja mitmekesise kasutusviisiga poollooduslikud kooslused sobivad nii väiketalude kui ka suvekodude lähedusse. Suurematel aladel peaks poollooduslikke kooslusi hooldama ja taastama põllumajandust, turismi, loodusväärtust jm arvestava majanduskava alusel. Seda nii kaitsealadel kui ka väljaspool neid, nii riigi- kui ka eramaadel. Hea võimalus poollooduslikke kooslusi endist viisi kasutuses hoida on nende kaasamine turismi ja puhkemajanduse korraldusse. Mõned maade hooldamise toetusskeemid aitavad maaomanikele või -kasutajatele hüvitada poollooduslike koosluste majandamise lisakulutusi ning intensiivtootmisest loobumisel saamata jäävaid tulusid. (Talvi & Talvi, 2012)

Poollooduslikest kooslustest on Eestis uuritud loopealsete kujunemist paekarjäärides ning leitud, et liigirikkad kooslused, kus leidub loopealsetele iseloomulikke liike, on tekkinud neil aladel ilma aktiivse taastamiseta (Uustal, 2011) (Pilt 5.36).

Loopealsed ehk alvarid on õhukese lubjarikka mullaga poollooduslikud rohumaad, mis on peamiselt levinud ordoviitsiumi või siluri paekivi avamusaladel (Pärtel *et al.*, 1999). Mullakihi paksus on üldjuhul vähem kui 20...30 cm, paepragudes ja -lohkudes laiguti ka rohkem. Loopealsete lähtekivimiks laias tähenduses võib olla nii vähemurenenud paas, lubjarikas rähkmoreen kui ka klibu ja veeris (Zobel, 1984; Paal, 1997). Eestis on loopealsete pindala 70 aastaga

vähenenud ligikaudu 30 000 hektari võrra (Helm, 2011)[63] ning nende kaitse ja taastamine aktuaalne.[64]



Pilt 5.36. Endisest paekarjäärist on saanud liigirikas loopealne.
Lõetsa paekarjäär Muhumaal
Foto: Aveliina Helm; 05.05.2008

Vanade paekarjääride ja loopealsete taimestiku võrdlev uurimine näitas, et kuigi hüljatud kivimurdudesse tekkiv muld oli toitainevaesem ning kõrgema pH väärtusega, oli enamikus vaatluse all olnud karjäärides tekkinud liigirikas taimestik, millest üle poole moodustasid loopealsetele iseloomulikud liigid (Uustal, 2011).

Paekarjääride puhul on soovitatav pärast tehnilist korrastamist kaaluda karjääri või selle osa jätmist looduslikule isetaastumisele juhul, kui ala on väike (alla 2 ha) ja 1...2 kilomeetri raadiuses leidub enam kui 10 hektaril ajaloolisi loopealseid (Uustal, 2011).

63 Juhend „Loopealsete ja kadastike hoolduskava“. https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/public/PLK/Lisa_2_Loopealsete_ja_kadastike_hoolduskava_2011.pdf

64 Vt loopealsete taastamisest Eestis: LIFE+ Nature projekt – Eesti loopealsete karjamaade taastamine. http://life.envir.ee/elualvaritel

Pilt 5.37. Looduslikult taimestunud endine Haavakannu paemurd Harjumaal Kuusalu vallas. Foto: Aveliina Helm; 28.06.2008

Üheks viisiks taimestumist kiirendada on ala katmine lähedalasuvalt loopealselt pärit heina kihiga, mis kantakse alale vahetult pärast niitmist (Rademacher *et al.*, 2008). Ka saab alale külvata seemnekogujaga kogutud seemneid, kuid see võib osal juhtudel eeldada mulla olemasolu või selle toomist.

Liivakarjääride puhul võib osutuda vajalikuks kaaluda ala taastamist liigikaitselisel või mõnel muul eesmärgil kas liivikuks või nõmmeks.

Liivikud on avatud, kohati lahtise liivaga luiterohumaad sisemaal (Paal, 1999). Sageli on liivikute kooslused inimtekkelised – looduslikult kasvaks neil aladel mets ja inimmõju lakates kasvavad liivikud kinni. Intensiivne tallamine, metsapõlengud ja raied on need alad avatuna hoidnud (Kämärä, 2014).[65]

Nõmmed on kas lagedad või üksikute puudega (valdavalt männid ja kadakad) alad, mis on kujunenud toitainevaesele ja valdavalt kuivale ning (loopealsetest erinevalt) happelisele mullale eelkõige karjatamise ja ebaregulaarse põletamise

65 Marja-Liisa Kämärä magistritöö: http://www.botany.ut.ee/kaitsmised_2014/MAG.2014/12.Marja-Liisa%20K%C3%A4m%C3%A4r%C3%A4_Magistritoo.pdf

tagajärjel. Eestis on nõmmed olnud vähem levinud kui mõnedes meie naabermaades ja nende kinnikasvamine või muul põhjusel hävinemine on olnud õige kiire. Nõmmede hooldamine ja taastamine on sarnane loopealsete hooldamise ja taastamisega. Nõmmedele iseloomulikud taimed on kanarbik, leesikas, kukemari ja nõmmliivatee. (Keskkonnaamet, 2009)[66]

Nõmmeniidud on kasvukohaks ka kaitsealustele soontaimeliikidele[67]. Haruldastest ja ohustatud loomaliikidest on nõmmedel ja liivikutel elupaik kivisisalikul (*Lacerta agilis*) ja kõrel (*Epidalea calamita*). Euroopas ohustatud liblikatest elab luidetel, liivikutel ja nõmmeniitudel nõmme-tähniksinitiib (*Maculinea arion*), kelle röövikud vajavad toiduks madalrohustule iseloomulikku nõmm-liivateed (*Thymus serpyllum*) ning varjuvad ja talvituvad sipelgapesades; luitemaastikus ja rannalähedastel nõmmedel võib leida Eestis kaitstavat liiki tume-nõlvaöölast (*Chersotis andereggii*) (Mesipuu, 2011).[68]

Linnuliikidest pesitseb neis elupaikades väheneva arvukusega nõmmelõoke (*Lullula arborea*) ja haruldaseks jäänud nõmmekiur (*Anthus campestris*).

Avatud liivaaladega elupaikade pindala on kinnikasvamise tõttu oluliselt vähenenud ning taastamine nõuab järjepidevat ressurssi. Seetõttu võiks liivakarjääride korrastamisel kaaluda taimestiku arengut soodustava tegevuse (pinnasega katmine, metsastamine jm taimestamine) asemel hoopis nende alade avatuna hoidmist (nt karjatamise abil).

Eestis on nõmmekoosluste taastamistöid tehtud Setumaal Mustoja maastikukaitsealale jääval kunagisel Surnumäe karjäärialal. Surnumäe taastamisala oli mitme kaitsealuse taimeliigi kasvukoht, nagu palu-liivkann (*Arenaria procera*), palu-põisrohi (*Silene chlorantha*), karukellad (*Pulsatilla* ssp.). Pinnase kamardumine ja puude pealekasvuga kaasnenud valgustingimuste

66 Mustoja maastikukaitseala kaitsekorralduskava 2012–2021, https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/mustoja_mka_kkk.pdf

67 Soontaim – taim, mis on liigestunud juureks, varreks ja lehtedeks ning mille juures ja varres on hästi eristunud steel („Eesti keele seletav sõnaraamat“, 2009).

68 Aru- ja soostunud niitude hoolduskava, https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/public/PLK/Aru_ja_soostunud_niitude_hoolduskava_2012.pdf

muutused ohustasid taimede olemasolevate populatsioonide seisundit. Taastamistööd nägid ette liiva paljandamist ja raietöid.

5.4.5. Põllumaaks korrastamine

Põllud on alad, kus kasvatatakse kultuure toiduks ja loomasöödaks ning mille pinnast regulaarselt töödeldakse. Eesti aluspõhja maavarade kaevandamisala põlluks kujundamise kogemuslikud soovitused tuginevad Aidu põlevkivikarjääris Aidu-Liival tehtud katsetöödele (N 59°20'; E 27°4'). Analoogilised katsetööd Maardu fosforiidikarjääri lõunajaoskonnas (N 59°26'41''; E 25°1'16'') soikusid tööstuse hääbumisega eelmise sajandi kaheksakümnendate lõpus. Ehitusmaavarakarjääri põllumaaks korrastamine on Eestis suur erand.

Põllumaaks korrastamise protsess võib olla pikem ja põllumaaks korrastamine võib lõppkokkuvõttes osutuda märgatavalt kallimaks kui näiteks metsastamine. See on ka arvatav põhjus, miks põllumaaks korrastamine ei ole Eestis levinud. Ilmselt ei ole karjääride põllumaaks korrastamise järele meil ka turunõudlust. Kuid samas tuleb märkida, et vajadus põllumaaks korrastamise järele võib sageneda, kui õigusaktidega nähakse ette väärtusliku põllumajandusmaa kaitse.

Korrastamine põllumajanduslikuks kasutamiseks väärib kaalumist aladel, kus oli varem viljakas muld, ent tegemist on kuluka tööga, mis tihtipeale ei pruugi anda otstarbekaid ega kõiki osalisi rahuldavaid tulemusi (Kuznetsova, 2004).

Põllumaaks korrastamise tehnilised soovitused

Ehitusmaavarakarjääride tingimised erinevad oluliselt põlevkivikarjääride tingimustest ja sõltuvad maavarast. Põlevkivikarjäärides on aluspinnas inimtekkeline, seda tasandatakse mitu korda, lastes vahepeal vajuda. Alusele, eriti kui see koosneb suuretükilisest purustatud kivimist, kantakse vee ja peenosiste migratsiooni tõkestav kate, nn vahekiht. Ehitusmaavarakarjäärides on aluspinnas looduslik. Paekarjääride põhi jääb üldiselt ümbritsevast maapinnast madalamale ja seetõttu ei sobi paekarjäärid põllumaaks. Kõige

perspektiivikam on põllumaaks korrastamine aladel, mis on tekkinud liiva- ja kruusamõhnade ja -ooside kaevandamisel.

Juhul kui on soov või vajadus kaevandatud maa korrastada põllumaaks, tuleb välja töötada objektipõhised lahendused. Kõigi karjääride põllumaaks korrastamiseks sobivat ühtset juhendit on pea võimatu koostada.

Järgnevalt mõned üldised soovitused põllumaaks korrastamisel. Põllumaaks korrastatav ala peaks olema korrapärase kujuga ja nii suur, et võimaldab seal kasutada tänapäevast põllumajandustehnikat. Põllumaaks kasutatav ala peaks olema tasane või kerge kaldega (maa lainete nõlvanurk alla 3°), vältida tuleb sulglohkude teket, põhjavee tase peab jääma > 1 m allapoole maapinda (Reinsalu, 2016b).[69] Hea põllumaa kujundamise eelduseks on kuni 2 m paksune hoolikalt taastatud kivivaene alus(kiht) (Rademacher *et al.*, 2008).

Kasvukihiks on vajalik 0,3...0,4 m huumusmulda. Hea põllumaa huumusmuld on saviliiva kuni keskmise liivsavi lõimisega, st sisaldab 10...40% füüsikalist savi (osakesi läbimõõduga alla 0,01 mm).[70] Kasvukiht tuleks vedada, laotada ja tasandada kergema tehnikaga, et vältida kohe alguses mulla liigset kokkupressimist.

Maa viljakuse taastamiseks kasutatakse taimekultuure, väetisi ja põllutöömasinaid. Taimekultuuridest on soovitatav esmalt kasvatada liblikõielisi heintaimi (lutsern, mesikas, ristik), hiljem kasutada vajadust mööda orgaanilisi ja mineraalväetisi, samuti on vajalik korralik põlluharimine ja külvikorra rakendamine.[71]

Õigete ilmastikutingimuste järgimine aitab hilisemal majandamisel tagada paremat saagikust. Eesti oludes on probleemiks eelkõige liiga märg muld. Liiga märja mullaga ei tohiks põllumaal töid teha. Külvata tuleb uuel põllumaal

69 Selgitust tehniliste nõuete kujunemise ja nende soovitusliku iseloomu kohta vt peatükist Metsamaaks korrastamise tehnilised soovitused. Vt ka peatükki „Nõlvade kuju ja tüübid“.

70 E. Leedu andmed (toim 2016).

71 E. Leedu andmed (toim 2016).

vahetult pärast pinnase ettevalmistamist. See kaitseb mulda ning aitab sellele kujundada vajalikku struktuuri. Nii takistatakse ka umbrohtude tulekut.

Ettevalmistav periood on ideaalne liigirikkust suurendavate elementide nagu hekkide ja põlluservade kujundamiseks. Ka sinna tuleb taimed külvata kohe ja puittaimed istutada õigel aastaajal. Põlluservade (Pilt 5.38) seemnesegud on soovitatavalt liigirikkad ja kohalikest seemnetest. (Rademacher *et al.*, 2008)

Pilt 5.38. Looduslike taimedega põlluservad rikastavad elustikku.
Haaslava vald, Tartumaa
Foto: Riho Marja; 07.06.2013

Liigirikkust on põllumajandusmaastikus võimalik suurendada maastikuelementidega, nagu puud, põõsad, kivikangrud[72] ja kraavid. Mida rikkalikum on maastikumuster, seda mitmekesisem elustik. Peale linnustiku elurikkuse toetab mitmekesine maastikumuster ka tolmeldajate ja liblikate elurikkust.

Näiteks põllulaamal, kus ei ole ühtki maastikuelementi ja kasvab ainult ühte liiki teravilja, võib kohata pesitsevatest linnuliikidest näiteks vaid põldlõokest ja kiivitajat, harvem sookiuru ja suurkoovitajat. Rikkaliku maastikumustriga

72 Kivikangrud on oluline elupaik väikeimetajatele (hiir, nirk), aga ka sisalikele ja teistele roomajatele.

piirkonnas vahelduvad aga erisugused põllukultuurid karja- ja heinamaadega, põldude pindala on väiksem ning nende vahel leidub avatud kraave, kiviaedu ja -hunnikuid. Niisuguses elupaigas võib sobivatel tingimustel pesitseda ruutkilomeetril üle paarikümne linnuliigi (Marja, 2014).

5.4.6. Korrastatava ala loomastik ja liigikaitse.

Lindude ja teiste loomade elupaikade[73] kujunemist karjääris mõjutavad lisaks kaevandamise viisile, maavara tüübile ja hüdroloogilistele tingimustele taimestiku liigiline koosseis ja struktuur, mis on seotud kaevandusala vanusega (Rademacher *et al.*, 2008; Šalek, 2012).

Liiva- ja kruusakarjäärid on pioneerliikide ja kultuurmaastikelt karjääridesse asuvate taimeliikide kõrval põhiliselt elupaigaks (Gilcher & Bruns, 1999)

- avamaastike ja vooluveekogude kallaste liikidele, kes eelistavad liivaseid ja kruusaseid alasid, kus taimestik kas puudub või on minimaalne;
- seisuveekogude, nende kallaste ja roostike liikidele;
- puude- ja põõsasterikastes mitmekesiste keskkonnatingimustega karjäärides metsaliikidele, kes kasutavad elupaika kõrvuti avamaaliikidega või tulevad nende asemele, niipea kui avatud aladele tekib puittaimestik.

Paemurrud oma mitmekesise struktuuri ning ökoloogiliste niššidega pakuvad elupaiku peamiselt (Gilcher & Bruns, 1999)

- paemurdude seintel liikidele, kes kasutavad elupaigana kaljuseid pindu;
- lubjalembestele avamaastiku taime- ja loomaliikidele;
- vanemates karjäärides puittaimestikurikaste alade liikidele;
- kaldataimestikuga püsiveekogudes lindudele, kiilidele, toitumisalana nahkhiirtele.

Savikarjäärides pakuvad eripäraseid elupaiku eelkõige

- väikeveekogud kahepaiksetele, kiilidele, nahkhiirtele;

73 *Elupaik* – liigi olemasoluks ja arengu läbimiseks vajalike abiootiliste ja biootiliste tingimuste kogum (Masing, 1992).

- suuremad kaldataimestikuga seisuveekogud vee- ja roolindudele, kiilidele, nahkhiirtele;
- puude- ja põõsasterikkad veekogudega alad, ka puittaimestikuga seotud, valdavalt putuktoidulistele lindudele, nahkhiirtele.

Elupaigad tekivad karjäärides ka siis, kui inimene neid teadlikult ei kujunda. Tööstushoone katuse all hakkavad pesitsema räästapääsukesed; karjääriveekogudes tekib taimestik, arenevad kiilivastsed, hakkavad kudema kahepaiksed jne. Keskkonnatingimusi ja liikide käekäiku seal ei jälgita ning nii võib korrastamisel luua ka väga liigivaeseid elupaiku või halvemal juhul ka ökolõkse.[74]

Liigid on soodsamas olukorras siis, kui tingimused luuakse eesmärgipäraselt ja teadlikult. Ammendatud karjääri mõnele **sihtliigile**[75] elupaiga loomist on soovitatav kaaluda eriti juhul, kui lähiümbruses paikneb mõni kaitseala, kaitstavate liikide populatsioon või rohevõrgustiku ala. Võimalik, et kaevandamine või mõni muu tegevus on ümbruskonnas elava olulise liigi elupaiga kvaliteeti halvendanud. Sellisel juhul saab kaaluda, kas olukorda on võimalik korrastamise suuna valikuga parandada. Teisalt loob kaevandamine elupaiku taimedele ja loomadele, kes muul juhul sinna piirkonda ei satuks. Milliste liikide elutingimusi korrastamise suuna ja võtete valikuga konkreetsel alal on võimalik toetada, sellele tuleb vastus leida korrastamistingimuste koostamise raames, kus on soovitatav kaaluda elustiku inventuuri nii karjääris kui ka selle ümbruses.

Tartumaal asuva Ropka-Ihaste looduskaitseala koosseisu liideti näiteks 2014. aastal kaitseala piiride laiendamisel 1988. aastast töötanud **Aardlapalu liiva- ja kruusakarjäär**. Kaitsealal paiknevat poldrit, Aardla järve ning viimase läheduses paiknevat karjääriveekogu kasutavad rändepeatusalana arvukalt suur-laukhani (*Anser albifrons*) (Pilt 5.39) ja rabahani (*Anser fabalis*), valgepõsk-lagle (*Branta leucopsis*), tuttvart (*Aythya fuligula*), lauk (*Fulica atra*) jt. Karjääri nõlvades on pesitsenud mitmel aastal kaldapääsukesed ning karjäärijärve kallastel jõgitiirud ja väiketüllid. Ala korrastatakse liigendatud kaldajoone ja saarekestega

74 *Ökolõks* – näiliselt sobiv, kuid tegelikkuses mingi olulise näitaja poolest ebasoodne elupaik, kuhu elama asudes liik või tema järglased tõenäoliselt hukkuvad. (Vt mõiste seletust http://www.seit.ee/failid/685.pdf)

75 *Sihtliik* – liik, kelle seisundi parandamisele on tegevus suunatud.

veekoguks ning sellisena hakkab karjäär panustama kaitseala eesmärkide täitmisesse.

Pilt 5.39. Suur-laukhaned ja rabahaned rändepeatusel Aardlapalu karjäärijärvel.
Foto: Liis Keerberg; 05.04.2014

Ala korrastamisel sihtliigi või liigirühmade elupaigaks tuleb kõigepealt üldjoontes teada, millised tingimused kaevandamise järel alale tekivad. Kõige olulisemad erinevused elupaikade loomisel tulenevad hüdroloogilistest tingimustest, samuti maavarast. Korrastamise suuna ja eesmärgi määramisel tuleb koostöös keskkonnaameti spetsialistide ja liigiekspertidega selgitada välja, millistele liikidele ja kuidas on võimalik sel alal elupaiku luua. Looduskaitsealustele liikidele sobivate tingimuste loomise üle otsustamisel tuleb arvestada korrastamislahendi jätkusuutlikkuse (= kestlikkuse) tagamisega ja korrastatud objekti järelhoolduse finantseerimise ja korraldamise vajadusega.

Tingimuste loomine sihtliigile

Karjääri korrastamist projekteerides tuleks sihtliike silmas pidavalt arvestada

- karjääriala fauna koosseisu enne kaevandamist;
- kaevandamise käigus karjääri elama asunud liike;

- kaitsealuste liikide esinemist karjääris ja selle ümbruses;
- karjääri ümbritseva ala liigilist koosseisu;
- karjääri potentsiaali astmelauana, mis võimaldaks liikide levimist ühelt elupaigalaigult teisele;
- veerežiimi (veekogude loomise võimalust);
- integreeritud lahenduste kasutamise võimalikkust (kas on võimalik ühendada liigikaitselisi eesmärke hariduslike, puhkemajanduslike jt eesmärkidega);
- võimalikku järelhoolduse vajadust tingimuste säilitamiseks.

Kõige olulisemad on karjäärid elupaigana liikidele, kes vajavad **toitainevaeseid ja taimestumata alasid** (Rademacher *et al.*, 2008). Sellised tingimused on enamasti omased just aktiivses kasutuses olevatele karjääridele, kuid mitmele liigile sobivaid tingimusi saab lühemaks või pikemaks ajaks (sõltuvalt kavandatavast järelkasutusest) luua ja säilitada ka korrastamisel. Käsiraamatus on sihtliikide näideteks valitud liigid, kes on karjäärides leidnud endale alternatiivsed elupaigad ning kelle puhul on enamasti tuua ka Eestist positiivseid näiteid.

Olulisemad karjääre asustavad avamaastiku liigid on **kahepaiksetest** I kaitsekategooria liik juttselg-kärnkonn ehk kõre (*Epidalea calamita*) ja II kaitsekategooria liik harivesilik (*Triturus cristatus*), **roomajatest** II kaitsekategooria liik kivisisalik (*Lacerta agilis*). Karjääride väikeveekogusid asustavad ka teised, III kaitsekategooria kahepaiksed, nagu tähnikvesilik (*Triturus vulgaris*), tiigikonn (*Pelophylax lessonae*), harilik kärnkonn (*Bufo bufo*), rabakonn (*Rana arvalis*) ja rohukonn (*Rana temporaria*).

Kaitsealustest lindudest pesitsevad karjääride kamardumata aladel III kaitsekategooria liigid väiketüll (*Charadrius dubius*), nõmmelõoke (*Lullula arborea*), karjääri püstsetes nõlvades või puistangutes kaldapääsuke (*Riparia riparia*).

Olukorras, kus kaitsealune liik on endale juba mäetööde käigus leidnud sobiva elupaiga, tuleb karjääri korrastamisel kaaluda liigi elutingimuste säilitamise võimalust.

Elupaiga säilitamiseks on soovitatav kaitsealust liiki tundva eksperdi abiga koostada kalenderplaan, mis arvestab nii loomaliigi elutsükli kui ka mäetööde-korrastamistöödega. Selline lähenemine võib küll korrastamistöid ajaliselt

pikendada, ent võimaldab tagada kaitsealuse liigi elutingimuste säilimise ja asurkonna seisundi paranemise tulevikus.

Võimaluse korral saab sellises olukorras karjääri korrastamist alustada kaitsealusele kahepaiksele näiteks kompensatsiooniveekogu rajamisega ammendunud karjääriosasse, kuhu on kaitsealusel liigil võimalik elama asuda juba korrastamistööde käigus. Kujundatava veekogu rajamisel tuleb lähtuda konkreetse liigi vajadustest.

Üheks näiteks, kus kaevandamine on loonud uusi ja soodsaid tingimusi kaitsealusele liigile, on kruusakarjäär Lääne-Viru maakonnas. Mäetööde käigus moodustunud veekogu osutus sobivaks püsielupaigaks harivesilikule (Pilt 5.40).

Pilt 5.40. Harivesiliku elupaik korrastamata kruusakarjääris.
Foto: Aadu Niidas; 18.08.2011

Võimaluse korral ja kokkuleppel piirnevate maaüksuste omanikega saab kompensatsiooniveekogu rajada ka kaevandatava ala lähistele.

Mistahes karjääris ning kaevandamise käigus välja kujunenud elupaika tuleb käsitleda juhtumipõhiselt ning konsulteerida bioloogilist korrastamist tundva eksperdiga.

Kui karjääri puistangutes on pesitsuskoha leidnud kaldapääsukesed, ei ole otstarbekas luua uut kaitseala või püsielupaika ega muuta sellest tulenevalt korrastamise suunda, kuna tõenäoliselt ei kasutata mäetööde käigus tekkinud puistanguid elupaigana kuigi kaua. Kuna kaldapääsukesed vajavad parasiitide vältimiseks värskeid nõlvu, kuhu uuristada uusi pesakoopaid, on oluline kaevandamistegevust vältida just pesitsusajal (vt ka peatükki Kaldapääsuke).

Kui karjääris on hakanud kasvama kaitsealused taimeliigid, võib kaaluda nende ümberistutamist. Sageli ei pruugi ümberistutamine olla põhjendatud, eriti liikide puhul, kellele sobivad avatud tingimused on tekkinud ja püsivad kaevandamise tulemusel. Pikemalt kaitsealuste liikide ümberistutamisest vt peatükist Taimestik ja liigikaitse.

Pilt 5.41. Aru-Lõuna paekarjääri sõelmepuistangutes pesitseb kaldapääsuke.
Foto: Liis Keerberg; 26.10.2015

Keskkonnatingimused karjäärides on väga dünaamilised, elupaigad neis tekivad ja kaovad. Mistahes liigirühma seisukohalt on oluline, et suuremad muutused, mis kaevandamise või korrastamisega nende elupaigas kaasnevad, toimuksid väljaspool sigimisaega. Sõltuvalt liigirühmast ja liigist on aga erinev nii kohanemisvõime, liikuvus kui ka sigimisaeg (Tabel 5-9). Näiteks kahepaiksete või roomajatega võrreldes on karjäärides tihti pesitsevad linnuliigid (kaldapääsuke ja väiketüll) märksa paindlikumad. Pesitsemise järel lennatakse talvitusaladele Aafrikasse ning kui järgmisel aastal taas pesitsema tullakse ja karjääris on tingimused muutunud ebasobivaks, otsitakse uus koht. Kuid ajutine pesitsusala

on paindlikele liikidele kindlasti väärtuslik ka juhul, kui seal saab edukalt pesitseda kasvõi ühe hooaja. Väheliikuvamad liigid, näiteks kõre, harivesilik ja kivisisalik, kasutavad karjääri tervikliku elupaigakompleksina ning talvituvad sigimisala lähedal. Sellisele probleemile võiks lahenduseks olla mäetööde planeerimine nii, et varud kaevandatavas osas ammendatakse enne edasiliikumist täielikult. Liigile sobilikud tingimused luuakse aga karjääriosasse, kuhu enam kaevandama ei tulda. Kuna avatud elupaigad kasvavad üsna kiiresti kinni, tuleb neid tingimuste säilitamiseks regulaarselt hooldada.

Karjääre elupaigana kasutavate looma- ja linnuliikide elupaikade säilitamise ja loomise täpsemate juhised on peatükkides Sihtliikide elupaigad liiva- ja kruusakarjäärides, Sihtliikide elupaigad savikarjäärides, Sihtliikide elupaigad paekarjäärides. Vee-elustiku kohta vt ka Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad.

Tabel 5-9. Kaitsealuste liikide sigimis-ja talvitumisperioodid ning ohutegurid karjäärides.

Liik	Kaitse kate-gooria	Levik Eestis	Karjääri tüüp	Sigimine	Talvitumine	Ohud karjäärides
Kahepaiksed						
Kõre	I	Läänerannik, saared, Harjumaa (Männiku)	Liiv, kruus	01.03–30.08, väikeveekogudes	September–märts, sigimisveekogu läheduses liiva sisse kaevununa	Väikeveekogude kuivendamine ja täitmine, pinnasetööd talvitumise ajal, veekogude kinnikasvamine.
Harivesilik	II	Lõuna- ja Kagu-Eesti, Järvamaa karstialad, Pandivere kõrgustik	Liiv, savi	01.04–30.08, väikeveekogudes	September–märts, varjepaik tavaliselt 15–50 m kaugusel sigimisveekogust.	Väikeveekogude kuivendamine ja pinnasega täitmine, kinnikasvamine, ühendus kaladega asustatud veekoguga.
Roomajad						
Kivi-sisalik	II	Mandri-Eesti liivased alad, Kihnu	Liiv	01.05–30.08, lahtises liivas	November–mai algus, sigimisala läheduses mitmesugustes urgudes.	Liivase pinnase avamine elupaigakompleksis maist augustini ja novembrist maini.
Linnud						
Kalda-pääsuke	III	Kogu Eesti, vähearvukam saartel.	Liiv, kruus, paas	01.05–30.08, järsku nõlva või puistangusse kaabitavas pesakoopas	September–aprill, Aafrikas	Pesitsuspaigaks kasutatava nõlva kaevandamine, tasandamine, varisemine mai keskpaigast augustini. Rebaste rüüste lihtsasti ligipääsetavates kolooniates.
Väike-tüll	III	Kogu Eestis.	Kruus, paas	01.05–15.07, klibusel maapinnal	August–aprill, Aafrikas	Masinatega liikumine pesitsusalal.
Kassikakk*	I	Peamiselt Lääne-Eesti saared, üksikud Põhja-Eesti pankrannikul.	Paas	01.02–01.07, maapinnal või kaljueendis	Paikne lind, kodupiirkonna suurus kuni 40–50 km^2	Inimeste viibimine pesitsuspaigas ning mäetööd lähemal kui 500 m

*Eestis väga haruldaseks jäänud kakuline. Lääne-Euroopas pesitseb ka paekarjäärides.

5.4.7. Elurikkust toetavad keskkonnakorralduslikud meetmed

Elurikkust korrastatavates karjäärides mõjutavad otsused nii korrastamissuuna, võtete kui ka korrastamise aja valikul. Korrastamissuuna määramist ja ülevaatlikku tööde kirjeldust nõutakse kehtiva regulatsiooni kohaselt juba kaevandamisloa taotluses. Üldjuhul hakatakse karjääri korrastama alles maavaravarude ammendumise eel, kuid 15...30 aastaga võivad olla muutunud paljud asjaolud, millest korrastamissuuna määramisel lähtuti.

Sellist olukorda saab ennetada, kui

- korrastamine toimub kaevandamisega paralleelselt;
- karjääri järelkasutuse suund määratakse korrastamist ettevalmistavate tööde (korrastamistingimuste koostamine, KMH) käigus.

Kui tehakse ka KMH või koostatakse eelhinnang, on otstarbekas määrata korrastamise suund nende protsesside käigus, mitte korrastamistingimuste esitamisel, kuna selle etapi puhul ei pruugi olla valikute tegemiseks veel piisavalt infot. Parema tulemuse annab, kui lõplik korrastamissuund määratakse keskkonnamõju hindamise tulemustest lähtuvalt, kus tutvutakse süvitsi konkreetse objekti arenguga ja antakse ekspertteadmistele tuginedes asjakohaseid soovitusi.

Elustikuga saab korrastamisel arvestada juhul, kui korrastamistingimuste esitamisel on olemas sellekohane teave. Kuna loodus on pidevas muutumises, ei saa ükski loodud infosüsteem, sealhulgas Eesti looduse infosüsteem (EELIS), kunagi sisaldada kogu infot kõigi kaitsealuste liikide ja nende leidude kohta. Seetõttu tuleb enne korrastamistingimuste esitamist teha elustiku inventuur (näiteks keskkonnamõjude hindamise käigus).

Elurikkust toetab kindlasti kogu kaevandamistsüklit hõlmava **elurikkuse kava** koostamine ja rakendamine. Elurikkuse kavasid koostatakse näiteks ülemaailmse haardega kaevanduskontsernidesse Heidelberg Cement ja Cemex kuuluvates kaevandusettevõtetes (Rademacher *et al.*, 2008). Tegu on ettevõtte enda keskkonnapoliitikast lähtuva vabatahtliku kavaga, mille koostamise hõlbustamiseks on antud välja asjakohased juhendid. Kava põhimõte on kaardistada liigid ja elupaigad karjääris, arvestada nendega mäetöödel ning

elupaikade tingimusi teadlikult suunata. Eestis plaanib esimese ettevõttena elurikkuse kavasid oma karjääridele koostada Kunda Nordic Tsement, Heidelberg Cementi tütarettevõte. Põhimõtteliselt võib elurikkuse kava koostada igale karjäärile, sõltumata selle suurusest, kuid kindlasti tasuks kavasid teha karjääridele, millesse on tekkinud kaitsealuste liikide elupaigad ja kus võib nendega ka mäetööde käigus konflikte tekkida.

5.5. Jääkvaruga karjääride korrastamine ja konserveerimine

Enno Reinsalu, Ole Sein

On üsna tavaline, et ehitusmaavarade kaevandamisel ei suudeta maavaravaru eeldatavaks ajaks (kaevandamisloa lõpptähtajaks) täielikult väljata. Tavaliselt siis kaevandamisluba pikendatakse või taotletakse uus luba, kuid mitte alati. Sel juhul tuleb arvestada kahe võimalusega:

1) maavara jääkvaru kogus ja paiknemine, mõnikord ka kvaliteet ei sobi edasiseks kaevandamiseks;
2) väljamata maavaral on kasutamispotentsiaal tulevikus ja see tuleb säilitada.

Esimesel juhul, st sobimatuse korral tuleb varu maha kanda. Kui korrastamise projekt tehakse kaevandamise lõppfaasis, tuleb varu mahakandmine näha ette projektis. Mahakantava varu kogus määratakse korrastamiseelses markšeidermõõdistamise aruandes.

Teisel juhul, kui jääkvarul on edasise kaevandamise potentsiaal, tuleb ikkagi teha korrastamistöid. Igakordsel kaevandamisloa lõppemisel peab ala olema ohutu. Kui kaevandamise jätkamine on prognoositavas tulevikus võimalik, tuleb kaaluda, kuivõrd otstarbekas on ala kattepinnasega katmine (puistangute laialiajamine) ja metsastamine. Teadolevalt ei hakka traditsiooniline mets lühikese aja jooksul majanduslikku kasu tootma, seetõttu võib otstarbekaks osutuda ajutine metsaviljelus: jõulukuuskede või energiavõsa kasvatamine jmt. Pealegi – ohutuks muudetud puistangud ilmestavad maastikku ning tavaliselt mitmekesistab selline ala loodust.

Ei tohi unustada, et kaevandamisväärse maavaravaruga konserveeritud karjääride tulevane eesmärk on maavara kaevandamine. Kui sinna peaksid

asuma elama kaitsealused liigid, siis peavad edasised mäetööd toimuma looduskeskkonnaga arvestavalt. Tööde planeerimisega on võimalik tagada nii kaevandamine kui ka liikidele sobivad elutingimused.

Kaevandamisväärse maavaraga külgnevate ammendatud karjääride nõlvad on mõistlik saneerida, st ohutustada, kuid mitte pinnasega katta ega taimestada (Pilt 5.42). Sellisel juhul tuleb uue kaevandamisloa taotlemisel soosida vanade karjääride nõlvade materjali väljamist, et vältida karjääridevaheliste kahepoolsete nõlvatervikute rinnavallide näol maavara varu kao tekkimist.

Pilt 5.42. Ohutu nõlv väljatud ja aktiivse tarbevaru piiril.
Karujärve kruusakarjäär; N 58°24’7,7’’; E 22°11’51,1’’
Foto: Ole Sein; 22.09.2014

Pildil nähtav nõlv sobib väljamise jätkamiseks.

5.6. Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad

Uudo Timm, Liis Keerberg, Üllar Rammul

Maavarade kaevandamisel pinnasevee tasemest sügavamalt kujunevad karjääridesse erineva suuruse ja sügavusega veekogud. Olenevalt kujuneva veekogu parameetritest (suurus, sügavus, vee omadused jne) omandavad need

looduses mitmesuguseid funktsioone. Samuti saab neid veekogusid inimestele eri eesmärkidel kasutatavateks kujundada. Karjääridesse kujunevate veekogude võimalikud kasutusviisid on toodud peatüki kokkuvõttes (vt Pilt 5.47).

Kehtiva regulatsiooni kohaselt peab karjääri rajatava veekogu valdav sügavus olema > 2 m, luues madalamad alad veetaimestiku arenemiseks. Sügavuse nõue ei kehti juhul, kui see ei taga veekogu sihtotstarbelist kasutamist (nt kahepaiksete sigimiseks rajatavad väikeveekogud). Rajatavate veekogude nõlvade ja kaldaalade parameetrid sõltuvad veekogu tulevasest kasutusotstarbest, aga ka maavarast ja muudest tingimustest (Tabel 5-3).

Madalad väikeveekogud (loigud, tiigid) on sageli ajutised. Siiski ei ole alati otstarbekas neid alasid hakata kuivenduskraavidega kuivendama või pinnasega täitma. Madalad nii alalised kui ka ajutised veekogud ja märgalad pakuvad elupaiku väga paljudele, sealhulgas haruldastele, ohustatud ja kaitsealustele liikidele. Nii kasutavad näiteks ajutisi päikesele avatud madalaid veekogusid sigimisveekogudena kahepaiksed, sealhulgas kõre (vt Pilt 5.43) ja harivesilik. (Nende liikide elupaigatingimustest on täpsemalt kirjutatud peatükis Sihtliikide elupaigad liiva- ja kruusakarjäärides.)

Lubjarikkal pinnasel olevatele märgadele aladele hakkavad sageli kasvama kaitsealused orhideed, nagu soo-neiuvaip (*Epipactis palustris*) ja harilik käoraamat (*Gymnodenia conopsea*), aga ka haruldasemad kärbesõied (*Ophrys insectifera*) ja soohiilakad (*Liparis loeselii*). Ajutiste veekogudega märgadel aladel kujunevad taimestiku ja ka muu elustiku kooslused oluliselt kiiremini kui kuivades kohtades.

Looduskaitsealustele liikidele sobivate tingimuste loomise üle otsustamisel tuleb arvestada korrastamislahendi jätkusuutlikkuse tagamisega ja korrastatud objekti järelhoolduse finantseerimise ja korraldamise vajadusega.

Madalates veekogudes kujuneb viljaka pinnase korral küllalt kiiresti veetaimestik, mis on elupaigaks nii vee selgrootutele kui ka kaladele ja lindudele. Teisalt takistab veetaimestik inimesel mõnedel otstarvetel (nt suplemiseks) veekogude kasutamist.

Pilt 5.43. Saaremaal asuva karjääri kaevandatud osasse on kujunenud kõre elupaik.
Foto: Liis Keerberg; 02.06.2014

Sügavamatel ja suurematel veekogudel võib samal ajal kujuneda mitu funktsiooni ja inimesed saavad neid kasutada mitmel viisil. Veekogu teatud viisil kasutusse võtmise kavandamisel tuleks lähtuda eelkõige piirkonna looduslikest tingimustest, näiteks piirkondades, kus ujumiseks sobivaid veekogusid ei ole, saab luua supluskohti. Karjäärides, kus looduslik veepide puudub ja põhjavee tase on sügaval, ei ole otstarbekas hakata veekogu kujundama. Veekogu enda kujundamisel tuleks lähtuda aga tema sobitumisest ümbritsevasse keskkonda.

Mõned veekogude kasutusviisid nagu veevõtukohad kastmiseks, tuletõrje otstarbel või kunstlume tegemiseks ei eelda erilisi nõudeid veekogule. Piisab vaid, et veevõtukohas oleks juurdepääs veekogule, piisav sügavus, vajalik kogus vett ja selle kvaliteet sihtotstarbeliseks kasutamiseks.

Ujumis- ja supluskoha puhul lisanduvad erinõuded suplejate ohutuse tagamiseks. Näiteks vältida tuleb järske astmelisi sügavuse muutusi, teravat põhjamaterjali, veealuseid suuremaid kive jne (vt ka peatükki Ehitusmaavarakarjääride tehniline korrastamine). Veel tuleb arvestada veevahetusega, mis tagaks supluseks vajaliku vee kvaliteedi. Veekogude kasutamist virgestuseks käsitletakse ka peatükis Kaevandamisala kujundamine virgestuseks.

Vesiviljeluse eesmärkidel kasutatavatele veekogudele võivad lisanduda kasvatatava kalaliigi, vähi või veetaime jaoks spetsiifilised nõuded veevahetuse, pH, temperatuuri jms suhtes. Nii vajavad lõhilased jahedat ja puhast vett. Selleks sobivad allikatoitelised läbi- või väljavooluga tiigid. Vähikasvatuseks sobivad aga paremini lubjarikka veega (pH 7...8) veekogud. Veevahetuse vajadust on hõlbus lahendada, kui läheduses voolab mõni oja või jõgi, mille vett saab kasutada tiikides läbivoolu loomiseks. Endisse savikarjääri kujunenud veekogusid on kalakasvatuseks kasutatud näiteks Tartumaal Ilmatsalus (Pilt 8.7).

Mitme kasutusviisi puhul ei ole esmatähtis, kas veekogu on kujult kandiline, ümmargune või looduslähedase muutuva kaldajoonega. Samas tuleks arvestada sellega, et veekogu inimkasutus võib eri põhjustel lõppeda. Kasutusviisist sõltumata kujunevad aga veekogud ikka maastikuelementideks. Seetõttu on oluline jälgida nende sobitumist ümbruskonnaga, andes neile võimalikult loodusliku ilme. Tehislikud objektid on sirgete külgede ja järskude nurkadega, nii ka enamik karjääride kaevandamise käigus kujunevaid veekogusid. Sellised veekogud jäävad ka pärast ümbruse korrastamist looduses võõrkehadeks. Eriti häirivalt paistavad sellised tehislikud veekogud silma kõrgematest kohtadest vaadeldes, aerofotodelt ja kaartidelt, aga ka looduses (Pilt 5.44).

Pilt 5.44. Ortofotod puhkealadena kasutatavatest karjäärijärvedest
Vasakul Kullamaa karjäärijärv Läänemaal: N 58°53’15’’; E 24°3’29’’
Ortofoto: maa-amet; 21.07.2014
Paremal Konati karjäärijärv Saaremaal: N 58°26’17’’; E 22°14’59’’
Ortofoto: maa-amet; 23.05.2012

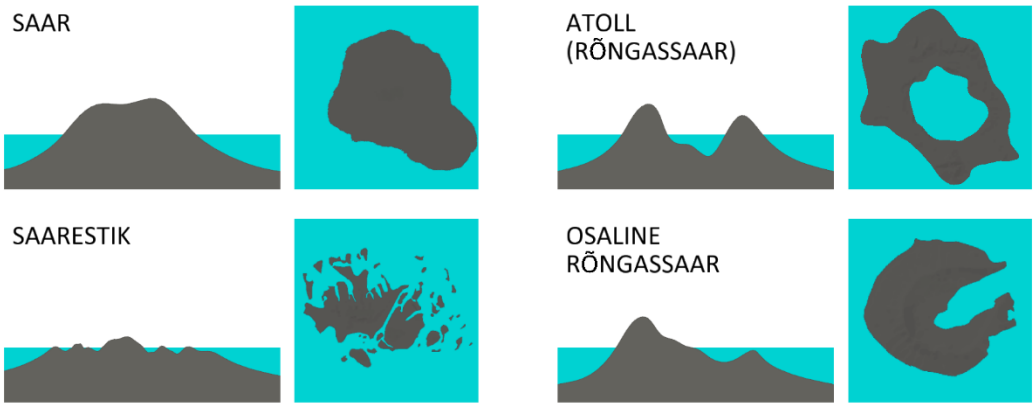
Mida liigendatumad on veekogude kaldad, seda paremini sulanduvad kujunevad tiigid ja järved ümbritsevasse loodusesse. Lisaks kaldajoone loogelisele kulgemisele ja poolsaarte olemasolule mitmekesistavad maastikupilti erineva suuruse ja kujuga saared. Elusloodusе seisukohast tuleks eelistada ebakorrapärase kujuga saari ümmargustele (Buttleman, 1992).

Suuremate karjääride puhul tuleks ühe suure järve asemel kujundada mitu erineva suuruse ja sügavusega veekogu, millel oleks erinevad funktsioonid ja kasutusviisid. Nii saaks lahendada huvirühmade konflikte veekogude kasutamisel.

Näiteks saaks siis ühe veekogu kujundada veespordiks (skuutritega sõitmiseks), teise suplemiseks, kolmanda aga kalastajatele või veelindudele. Liigendatud kaldajoonega ja erineva sügavusega veekogud loovad võimaluse ala asustamiseks erinevatele elustikurühmadele. Madalamates veekogu osades tekkiv taimestik pakub tingimusi toitumiseks, sigimiseks ja varjumiseks kahepaiksetele, kiilidele ja lindudele. Enamik mageveeliike saavad asustada veekogu madalveelisi osi, mille nõlvanurk on ligikaudu 1 : 10. Veekogus

talvituvate loomade jaoks on oluline, et vesi ei külmuks põhjani, selleks peaks veekogu sügavama osa sügavus olema vähemalt 1...1,5 meetrit.

Suuremate veekogude puhul on võimalik kalda osi kujundada erinevate kasutusviiside tarbeks. Kui suuremates järvedes on ka üksikuid saari või saarterühmi, siis muudab see veekogu atraktiivsemaks. Kui veetase alaneb, võib algsest saarestikust saada ka üks saar, kõrgveega aga tekib jälle rohkem saari. Ka saarte kujundamisel on palju võimalusi (Pilt 5.45).



Pilt 5.45. Saarte tüübid.

Suurematel saartel võiks olla nii taimestunud kui ka lindudele pesitsemiseks sobivaid kamardumata alasid. Eduka pesitsemise eelduseks on saare piisav isoleeritus veekogu kaldast, et pesitsusajal ei pääseks saarele rebased, kährikud ja teised kiskjad. Samuti peaks suurem osa saarest jääma võimalikust veetaseme tõusust tingitud üleujutustest puutumata, et vältida munakurnade hukkumist.

Lindude pesitsustingimuste loomiseks võib veekogule paigaldada ka ankurdatud tehissaarekesi.[76]

Enamasti on saared lindudele turvalisteks puhke- ja pesitsuspaikadeks (Pilt 5.46).

76 Vt näiteid tehissaarekestest: http://restorequarries.moonfruit.com/download/i/mark_dl/u/4012156712/4621685105/Floating%20islands%20&%20rafts%20Advisory%20sheet%20NAM.pdf

Pilt 5.46. Jõgitiirudele sobivad pesitsemiseks taimestumata saarekesed karjääriveekogudes. Foto: Liis Keerberg; 28.07.2013

Jõgitiiru kõrval (III kaitsekategooria) leiavad karjääriveekogudes sobivaid elupaiku ka teised kaitsealused liigid. Taimestikuga karjääriveekogud on elupaigaks ka sarvikpütile (*Podiceps auritus*) ja roostikumassiivides pesitsevale hüübile (*Botaurus stellaris*) Karjääriveekogudes elavate selgrootute hulgas on loodusdirektiivi lisadesse kantud liike, nagu valgelaup-rabakiil (*Leucorrhinia albifrons*) ja kirju- ehk apteegikaan (*Hirudo medicinalis*). Kaitsealustest imetajatest on karjääriveekogudega seotud nahkhiired. Neist veelendlane (*Myotis daubentonii*) ja tiigilendlane (*Myotis dasycneme*) püüavad putukaid veekogude kohal, teised liigid aga veekogude kaldaäärsetel. Kui veekogus elavad kalad ja kallastel leidub piisavalt varjekohti, saavad sinna elama asuda ka III kategooriasse kuuluvad saarmad (*Lutra lutra*).

Kui kujunev veekogu on liikide elupaigana olulise tähtsusega, muudetakse karjääriveekogu edasist kasutussuunda keskkonnaameti ettepanekul nii, et see tagab sihtliigi või koosluse säilimise. Nii on oluliseks asenduselupaigaks kõredele liivakarjääridesse kujunenud laugete kallastega tiigid, mis on võetud praeguseks kaitse alla ning nende kasutamisel arvestatakse sihtliigi vajadusi (Pilt 1.15).

Ümbritsevasse maastikku sulanduvad veekogud tõstavad ala potentsiaali kujuneda puhkealaks. Samuti on suurematel järvedel, kuhu asustatakse või looduslikul viisil asuvad elama kalad, potentsiaal saada kalastuskohtadeks. Nii on näiteks Raku järve lastud mitut kalaliiki ning nüüdseks on see saanud tallinlastele üheks oluliseks kalastuskohaks. Kalad on ka looduslikult karjäärijärvi asustanud,

näiteks Emajõega ühendatud endine Kabina karjäär, kus käivad õngitsemas paljud Tartu ümbruse kalastajad.

Olukorras, kus korrastatav karjäär paikneb tihedalt asustatud piirkonnas või on osa karjäärist kavandatud põllumajandusmaaks, soovitatakse karjääriveekogu ümber rajada kõrghaljastusega puhvervöönd või luua soodsad tingimused haljastatud puhvervööndi tekkimiseks. Rajatava haljasvööndi laius peaks olema vähemalt 50 m. Selline haljastatud roheala tõstab korrastatava karjääri looduslikku väärtust, toimides samas ümbritsevalt maalt ärajuhitava/voolava sademevee eelpuhastina.

Täpsemad nõuded veekoguks korrastamisele sõltuvad korrastatava karjääri asukohast ja kasutussuunast ning määratakse projekteerimise käigus.

Pilt 5.47. Veekogude võimalikud kasutusviisid.
Fotod: Peeter Koll, Liis Keerberg, Üllar Rammul

Karjääridesse kujunevate veekogude võimalikest kasutusviisidest annab ülevaate Pilt 5.47 ja näitlikustab Pilt 5.48. Sügavamatel ja suurematel veekogudel võivad kasutusviisid olla kombineeritud.

Lasnamäe karjäärijärve (Pilt 5.48) kaldal virgestuvad õngemehed (keskel) ja emmed (käruga paremal servas). Vaade aknast virgestab linnaosavalitsuse ametnikke (hoone taamal).

Pilt 5.48. Lasnamäe kivimurdu rajatud paepark.
N 59°25’51,1’’; E 24°48’14,8’’
Foto: Enno Reinsalu; 19.10.2015

Karjääriveekogu soovitatakse hakata kujundama juba kaevandamise käigus, moodustades sinna vajaduse korral sobiva kujuga saari ja kaldajoont (Pilt 5.49). Varane korrastamine annab maastikku sobivate elupaikade loomisel eeliseid ning võib osutuda ka märgatavalt odavamaks kui hilisem korrastamine.

Veekogu kujundamisel soovitatakse esiteks kaevandamist alustada kohast, kus mäeeraldise laiendamine tulevikus on välistatud või kõige vähem tõenäoline. Teiseks võiksid mäetööd liikuda võimaluse korral nii, et tühjaks kaevandatud ala (eriti mitme veekogu puhul) jääb aktiivsest kasutusest välja ning seal saab hakata kujunema elustik.

Pilt 5.49. Korrastamine looduslähedase kujuga veekoguks.
Riigiküla liivakarjäär: N 59°25,7'; E 28°7,1'
Foto: Kristian Kruuser (AS Tariston); 12.08.2016

6. LIIVA- JA KRUUSAKARJÄÄRIDE KORRASTAMINE[77]

6.1. Liiva ja kruusa kaevandamisalade olud ja tingimused

Enno Reinsalu

Liiv, kruus ja moreen on tavamaavarad, mida maarahvas on aegade jooksul võtnud oma talu või küla liivaaugust. Nende võtukohtade jälgi näeb kõikjal. Enamasti ei ole vanad, keskkonda sulandunud liivaaugud üldsuses suuri probleeme tekitanud ja nende korrastamine on piirdunud saneerimisega.[78]

Tänapäeval kaevandatakse aga tunnustatud maardlates, mis maismaal võivad olla kas lava- või küngasmaardlad (vt peatükki Liiva-kruusa levilad ja maardlad).

Lavamaardlad laiuvad suurel alal ning võivad olla kaetud eri tüüpi maavalduste ja kõlvikutega. See võib tekitada mitmelaadseid juriidilisi ja keskkonnakaitseküsimusi, mis peavad leidma vastuse korrastamise projektis.

Suuremad ja tuntumad liiva lavamaardlad on Kuusalu liivikud, Männiku karjääriala Tallinna külje all ja Aardlapalu Tartu lähistel, mis on tekkinud kunagiste mandrijää sulavete jõgede deltades (Pilt 1.15).

Lavamaardla varu on sageli osaliselt või valdavalt allpool põhjavee taset. See ja liivikute maa vähene viljakus on põhjuseks, miks ammendatud liivakarjäärid korrastatakse tihti veekoguks (Pilt 5.25, Pilt 5.39, Pilt 5.43, vaata ka peatükki Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad).

Küngasmaardla (ka vallmaardla) moodustab positiivsete pinnavormide liiv ja kruus. Kaevandamine küngasmaardlas muudab maastikku märgatavalt, mistõttu nende hõlvamist ja ekspluateerimist võidakse pidada miljöövaenulikuks (Pilt 5.3).

77 Autorite nimed on toodud alapetükkide juures.

78 Mõnikord viitab kunagisele liivaaugule kohanimi, nagu näiteks Liivaku trolli- ja autobussipeatus Mustamäel.

Küngasmaardlate ammendatud mäeeraldisi saab ja tuleb korrastada mitmeti. Peamine on teostada tehniline korrastamine nii, et karjääride bioloogiline korrastamine ja järelkasutus oleksid tõhusad.

Meremaardlaid ei korrastata, neid tasandavad merevoolused ja nad loodustuvad kiiresti. On täheldatud, et veekogude liivamaardlad võivad vooluste toimel taastuda.

Liivamaardlate korrastamise mäe- ja hüdrotehnilised tingimused sõltuvad maardla tüübist.

Lavamaardlas moodustub üsna laialdane süvend, mille avamisel katend tõstetakse karjääri pervele mäeeraldise teenindusmaal. Nii moodustuvad välispuistangud, kuhu mõnikord paigutatakse ka müügikõlbmatu kaevis, nagu saviliiv, rähk. Hiljem hakatakse katendit ja muud mineraalmaterjali puistama juba ammendatud alale. Oleks normaalne, et selline materjal kasutatakse ära karjääri ammendatud osa korrastamiseks juba kaevandamise ajal, kuid praktikas pole see väga tavaline. Seepärast tuleb korrastamist projekteerides käsitleda ja korrastamisel käidelda välis- ja sisepuistanguid kui kasulikku täitematerjali. Puistangute, nii nagu ka karjääri nõlvade kalded ja kuju sõltuvad materjali omadustest. Selle kohta leiab andmeid ja pilte eelnenust, vt Tabel 5-3, Tabel 5-6 ja Pilt 5.10.

Veetase ja seisund karjäärisüvendis sõltub kaevandamisviisist. Veealusel väljamisel kujutab karjäär endast tehisveekogu, mille veetase sõltub sademetest ning ära- ja juurdevoolust ja/või pumpamisest. Karjäärivee kvaliteet on ligilähedane põhjavee omaga. Mingi mõju vee kvaliteedile võib olla kaevandamismasinatel.

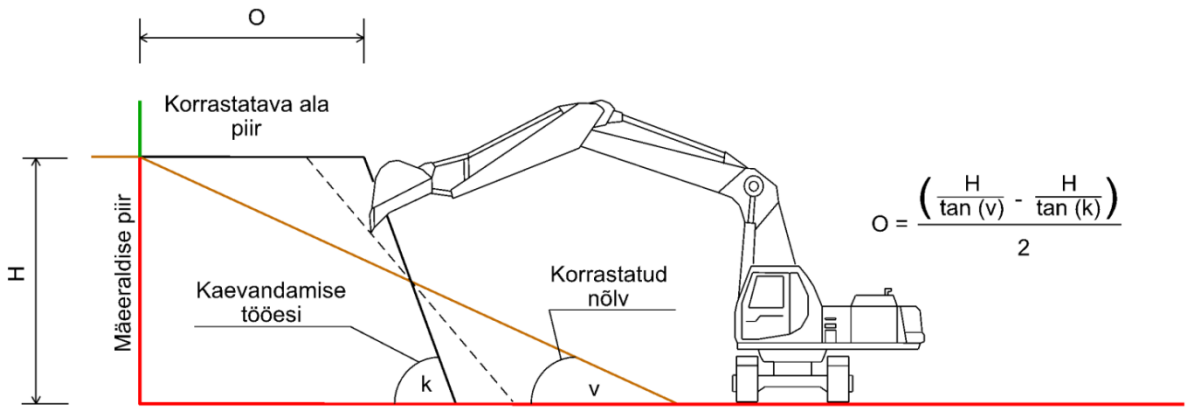
6.2. Liiva- ja kruusakarjääri tehniline korrastamine

Ole Sein

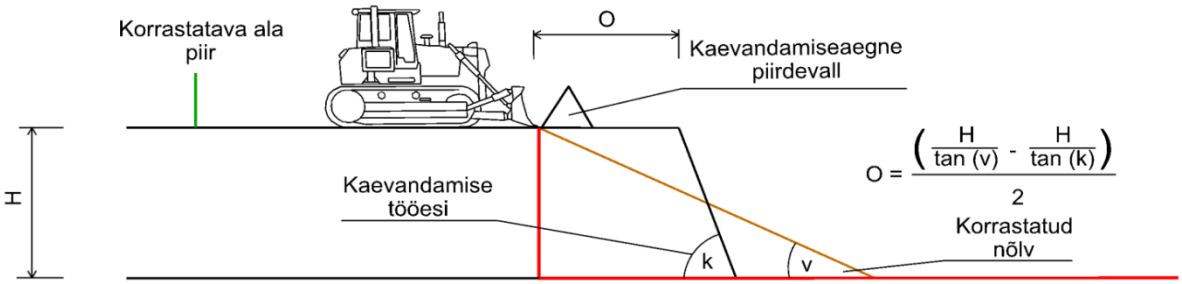
Liiva- ja kruusakarjääride puhul on tegemist lihtsaimate karjääridega ja valdav osa tehnilisest korrastamisest tugineb peatükis Ehitusmaavarakarjääride tehniline korrastamine toodule.

Kvaternaarisetete karjäärides on materjali varieeruvus suur (ehitusliiva plokk võib sisaldada märgatavas koguses kruusa, mis võib levida vaid nõlvadel), ning seetõttu tuleb nõlvade korrastamisel lähtuda materjali kohapealsetest tingimustest. Kui materjali nõlv püsib pikka aega (> 5 a) näiteks 28° juures, siis ei ole mõtet seda ilma mõjuva põhjuseta 2...3° laugemaks tasandada. Tasandamise erisused peavad olema projektis põhjendatud. Vajaduse korral tuleb otstarbekuse piires kõiki nõlvu käsitleda eraldi.

Karjäärides, kus nõlvad korrastatakse kaevandamise käigus või teenindusmaal on tööde tegemiseks enam kui 10 m laiune vaba ruum, ei ole nõlvade tasandamine probleem. Vahetult piiriäärsete nõlvade korrastamisel tuleb töid teha alt üles (Pilt 6.1). Aladel, kus ruumi on rohkem, võib töid teha ka ülevalt alla (Pilt 6.2).



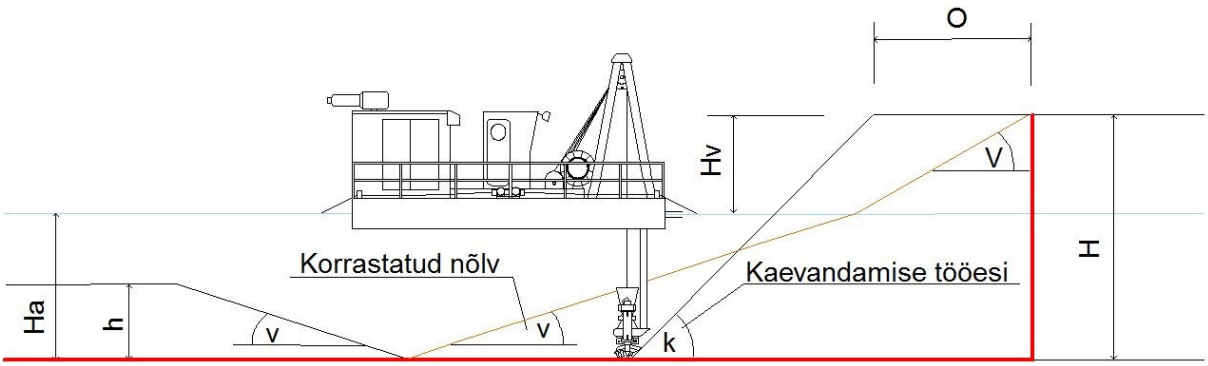
Pilt 6.1. Nõlva kujundamine ekskavaatoriga kitsastes tingimustes.



Pilt 6.2. Nõlva kujundamine buldooseriga.

Kui karjääri nõlva läbilõikes on erineva püsivusega materjale, tuleb nõlv kujundada kõige nõrgema järgi. Järjestikustest kihtidest alumine ei tohi olla pealmisest järsema nõlvusega.

Veealuste nõlvade hilisem korrastamine on äärmiselt ressursimahukas töö ja seega on see soovitatav teha kaevandamise käigus (Pilt 6.3). Juhul kui esimene veealune astang kaevandatakse ekskavaatoriga ja alumine astang pinnasepumbaga, on võimalik nõlvu kujundada varistamise teel. Tuleb arvestada, et pinnasepumba töötsoon on radiaalne ja pumpamise kaugus soovitud nõlva ülemisest piirist peab vastama astangu kõrgusele ja materjali pikaaegsele püsikaldenurgale.



Pilt 6.3. Nõlva kujundamine pinnasepumbaga kaevandamise käigus.

Praktika on näidanud, et 45…75° kaevandamise nurga kasutamisel ei varise veepealne nõlv iga kord kohe püsikaldenurgani. See tekitab ebastabiilse ja ohtliku nõlva. Nõlva varingul kaevandamisperioodivälisel ajal toimub juba kaevandatud ala tagasitäitumine. Varisemata nõlvale tekkiva ohuala jälgimine on oluline, tagamaks veepealse osa maapõue tuge. Kui pärast kaevandamist püsib nõlv püsikaldenurgast järsem, tuleb nõlvapealne ohuala selgelt tähistada. Ebastabiilse nõlva vähendamiseks tuleb kaevandamise nurka vähendada. Kaevandamise järel ei pruugi veest küllastunud nõlvad saavutada oma lõplikku nõlvust mitme aasta jooksul (pehme pinnas vajub ja tiheneb). Seega tuleb rangelt järgida projektides ette antud nõlvusi ega tohi liikuda maatoele lähemal, kui lubatud. Ohutu nõlvuse 12° tagamiseks tuleb pinnasepumpa liigutada viie meetri võrra veepiirist sissepoole, iga meetri kaevandamissügavuse suurendamise kohta.

Erilahenduste puhul, näiteks avalikud teed, kraavid, tuleb lähtuda aja- ja asjakohastest juhenditest, soovitatavalt maanteeameti, Riigimetsa Majandamise

Keskuse, põllumajandusameti jt tehnilistest juhenditest. Ülejäänud tehnilise korrastamise tööd liivakarjäärides on lihtsad ja tavapärased mäetöö operatsioonid (vt peatükki Ehitusmaavarakarjääride tehniline korrastamine), mis ei erine igapäevasest kaevandamisest.

6.3. Liiva- ja kruusakarjääride järelkasutuse võimalused

Liis Keerberg

Nagu teistegi karjääride puhul, sõltuvad ka liiva- ja kruusakarjääride järelkasutuse võimalused sõltuvad peamiselt ala suurusest, veekogu(de) olemasolust ja suurusest ning karjääri asukohast.

Tiheasustuse (linn, alev, küla) lähedal asuvate karjääride puhul on soovitatav kaaluda neile virgestusala funktsiooni andmist, kuna selliseid alasid kasutatakse üldjuhul meelsasti ning nende olemasolu vähendab ühtlasi looduslike alade külastuskoormust. Selleks sobivad nii veekogudega kui ka kuivad karjäärid. Viimaseid saab kujundada näiteks parkmetsaks või puude-põõsastega virgestusradadeks, samuti golfiväljakuks.

Lääne-Euroopas on liiva- ja kruusakarjääride järelkasutuses tihti ühendatud mitu funktsiooni, näiteks puhke- ja virgestusalad ja sihtliikide elupaigad. Seda saab edukalt teha, kui planeerida karjäärialale erineva inimmõju ja koormusega piirkonnad.

Näiteks rahvusvahelise linnukaitseorganisatsiooni BirdLife'i ja kaevanduskontserni Heidelberg Cementi koostööleppega viivad Heidelberg Cementi tütarfirma Hanson ja RSPB (The Royal Society for the Protection of Birds) ellu 30-aastast projekti, millega kujundatakse Inglismaal Cambridge'i lähedal asuv ligi 700-hektariline **Needingworthi liiva- ja kruusakarjääride võrgustik** veekogude, rohumaa ja suurima roostikualaga linnurikkaks märgalakompleksiks. Ala on külastajatele aasta ringi avatud, inimesed saavad liikuda selleks ettenähtud radadel. (The Royal Society for the Protection of Birds, 2017)[79]

79 Vt projekti Ouse Fen kohta täpsemalt: http://www.rspb.org.uk/reserves-and-events/find-a-reserve/reserves-a-z/reserves-by-name/o/ousefen/about.aspx

Teiseks näiteks võib tuua ühe Euroopa juhtiva vabaõhuteemapargi **Thorpe Parki**, mis on rajatud kunagisse tsemenditööstust teenindanud 200 ha kruusakarjääri Londoni lähedal Surrey krahvkonnas Lõuna-Inglismaal. Thorpe'i pargis saab nautida mitmesuguseid veeatraktsioone (Pearman, 2009).

Kuna liiva- ja kruusakarjäärid on Eesti levinumad ehitusmaavarakarjäärid, leidub järelkasutuse näiteid ka Eestist. Seniajani on valdavaks korrastamise suunaks olnud meil metsastamine, kuid järjest rohkem on nägema ja kasutama hakatud ka muid võimalusi, eriti tiheasustusaladel või nende läheduses.

Integreeritud järelkasutuse näiteks on **Alesti**, kuhu on rajatud krossirada ja veespordikeskus ja mille kõrval jätkub veel maavara kaevandamine (vt ka peatükki Karjääride kasutamine moto- ja jalgrataspordiks).

Tartus **Raadil** on eelmise sajandi keskel töös olnud **kolm kruusakarjääri**, mis nüüd on võetud kasutusele puhkealadena (Pilt 6.4). Ühte on loodud seikluspark, teise on kujundatud suusa- ja kelgurajad ja pallimänguvõimalused ning kolmandasse, Tartu valda jäävale karjäärialale jalutamiseks, jooksmiseks, vibutreeninguteks ja loodusvaatluseks sobivad rajad.

Seikluspargis on erineva raskusastmega seiklusradu ja sportimisvõimalusi nii suveks kui ka talveks.

Pilt 6.4. Endisesse Raadi kruusakarjääri rajatud seikluspark.
Foto: Liis Keerberg; 22.05.2014

Suurte püsiveekogudega karjääre tiheasustusaladel või nende läheduses saab sõltuvalt veekogu omadustest kasutada näiteks supluskohana suvel ja uisuväljaku või suusarajana talvel, samuti kalastamiseks või veespordiks. Sobivatel tingimustel saab planeerida ka telkimis- ja piknikualasid ja lõkkekohti, näiteks RMK[80] puhkealad. Sellised alad võivad olla nii avalikus kasutuses kui ka maadel, mis on eraomanike hallata, näiteks turismitaludes (vt ka peatükki Karjääride kasutamine sündmuste korraldamiseks).

Tiheasustusest eemal paiknevate väiksemate kuivade karjääride puhul, mida ümbritseb mets, on soovitatavaks järelkasutuse funktsiooniks metsamaa. Bioloogilise korrastamise võtete valikul tuleb muu hulgas arvestada, millise eesmärgiga metsa kasvatatakse – kas see on suurt boniteeti taotlev metsakasvatus või mitmekesiseid tingimusi pakkuv elupaik metsaliikidele (vt peatükki Metsamaaks korrastamine).

80 RMK – Riigimetsa Majandamise Keskus.

Tiheasustusest eemal paikneva suurema ja liigendatuma karjääri puhul võib kaaluda karjääri järelkasutust motospordirajana, nagu on tehtud **Potsepa karjääris** Pärnumaal (Pilt 6.5). Ametlikke ja mitteametlikke motokrossi- ja maastikusõiduradu leidub mitmes liiva- ja kruusakarjääris, mille seas on nii kasutuses olevaid karjääre kui ka selliseid, kus kaevandamine on lõpetatud. Motospordiradade planeerimisel karjääridesse tuleb saada ülevaade alal või selle ümbruses elavatest võimalikest kaitsealustest liikidest. Kui motospordi harrastamist kaitsealuste liikide elupaikades või nende läheduses peab liiki tundev ekspert võimalikuks, tuleb ala kasutuseks kehtestada kindlad reeglid.

Pilt 6.5. Motokross Pärnumaal Potsepa karjääris.
Foto: Igor Tšeskidov; 17.04.2011

Sihtliikide elupaikadeks kujundatud karjääride juurde saab koostöös liigiekspertidega planeerida matkaradu, vaatlustorne või fotovarjeid, samuti infostende, mis kajastavad karjääri elutsüklit ja kultuuripärandit, elupaiku ja muud asjakohast teavet. Kindlasti tuleb matkaradade taristu planeerimisel hinnata projekti kestlikkust, tarbijaskonda ja tasuvust ning järelkasutuse ideed maaomanike, elanikkonna ja kohaliku omavalitsusega läbi arutada (vt peatükki Sihtliikide elupaigad liiva- ja kruusakarjäärides).

Karjäärid sobivad tänu avatud maastikule ja vallide olemasolule ka laskeharjutusteks (vt peatükki Karjääride korrastamine riigikaitse otstarbeks) ja

ohututeks laskemoona hävitamise paikadeks (vt peatükki Karjääride kujundamine päästeameti kasutusalaks).

Karjääriveekogude äärde saab ehitada elamuid ja suvemaju. See eeldab ala geoloogilist ja hüdrogeoloogilist stabiilsust, (ohtlike) jäätmete kõrvaldamist, samuti maa omandiõigust või hoonestusõiguse seadmist. Kalda veekaitse- ja piiranguvööndil, samuti ehituskeeluvööndil on suur tähtsus veekogu saastatuse vältimisel. Tulevase veekogu loodusilmeliste kaldavööndite kujundamisele on otstarbekas mõelda juba karjääri projekteerimise käigus, või kui seda pole tehtud, siis hiljemalt korrastamise projektis (Pilt 6.6).

Pilt 6.6. Eramu endisel kaevandamisalal Harjumaal Selli külas.
Foto: Peeter Koll; 14.10.2016

Pildil on korrastatud karjäär Harjumaal **Selli** külas, kus eelmise majanduskorra ajal oli liiva ja kruusa varu väljatud põhjavee tasemeni. Tegu oli õigusvastaselt võõrandatud maaga, mis omanikule tagastati. Karjäärist avastati ohtlikke jäätmeid. Maavara kaevandas lõpuni ja karjääri korrastas AS Lemminkäinen Eesti koostöös maa omanikuga (Arusoo, 2012).

Korrastatud liiva-kruusamaardlasse Valgamaal **Restu** külas on rajatud tehisjärv ja selles olevale poolsaarele elamu (vaata peatükki Kaevandamisala kujundamine

virgestuseks, sh Pilt 9.13). Saaremaal **Tomba** külas rajati karjääri kujunenud veekogu äärde elamu ajal, kui kaevandamine veel käis (Pilt 6.7).

Pilt 6.7. Elamu karjääriveekogu ääres Saaremaal Tomba külas.
Foto: Liis Keerberg; 08.06.2014

Enne elamu ehitamist tuleb kindlaks teha, millised hüdroloogilised tingimused veekogus kujunevad ja mis otstarbel on veekogu plaanis kasutada. Kindlasti tuleb veekoguga arvestavalt lahendada reoveekäitlus.

6.4. Liiva- ja kruusakarjääride bioloogiline korrastamine

Liis Keerberg, Üllar Rammul, Uudo Timm

Bioloogilise korrastamise puhul on üldpõhimõtteid, mis kehtivad kõigi ehitusmaavarakarjääride korrastamise puhul. Neid on käsitletud peatükis Ehitusmaavarakarjääride bioloogiline korrastamine. Selles peatükis on rohkem tähelepanu pööratud maavaradest lähtuvatele eristustele.

6.4.1. Liiva- ja kruusakarjääride taimestiku looduslik kujunemine

Taimestiku liigirikkus sõltub elupaigatingimuste mitmekesisusest. Taimeliikide arv liiva- ja kruusakarjäärides pole küll ehk võrreldav lubjakivikarjääride omaga, kuid võib siiski olla märkimisväärne. Näiteks on u 5 ha suuruselt alalt Tikka kruusakarjääris Saaremaal registreeritud 97 taimeliiki (Laes, 2007).

Looduslikult taimestunud liiva- ja kruusakarjääride kuivemates osades võib rohttaimedest sageli kohata põldpuju *(Artemisia campestris)*, hobumadarat (*Galium verum*), kollast karikakart (*Arthemis tinctoria*), harilikku raudrohtu (*Achillea millefolium*), harilikku ussikeelt *(Echium vulgare),* põldjumikat *(Centaurea scabiosa*), metsmaasikat (*Fragaria vesca*), üheksavägist (*Verbascum thapsus*) ja ahtalehinst põdrakanepit (*Epilobium angustifolium*).

Niiskemates karjääriosades võib leiduda koldasid, samuti kaitsealuseid käpalisi, nagu soo-neiuvaip (*Epipactis palustris*) ja kahkjaspunane sõrmkäpp *(Dactylorhiza incarnat*a), samuti harilikku võipätakat (*Pinguicula vulgaris*, Pilt 6.8 ja Pilt 6.9).

Pilt 6.8. Harilik võipätakas korrastatud Pidula liivakarjääris Saaremaal.
Foto: Liis Keerberg; 02.06.2014

Pilt 6.9. Hariliku võipätaka ja teiste niiskuslembeste taimeliikide kasvukoht korrastatud Pidula liivakarjääris.
Foto: Liis Keerberg; 02.06.2014

Kui karjääris leidub veekogusid, kasvab nende madalaveelistes osades tihti pilliroogu (*Phragmites australis),* ahtalehist hundinuia (*Typha angustifolia)*, paiguti harilikku konnarohtu (*Alisma plantago-aquatica)* ja väikeseviljalist jõgitakjat (*Sparganium erectum*). Veekogudes võivad kasvada näiteks ka ujuv penikeel (*Potamogeton natans*) ja valge vesiroos (*Nymphaea alba*).

Olulistest kaitsealustest taimedest kasvab liiva- ja kruusa-, aga ka paekarjäärides Euroopas endeemseks[81] liigiks loetav madal unilook (*Sisymbrium supinum*).

Puuliikidest on liiva- ja kruusakarjäärides pajusid, kaski, halli leppa ja mändi (Pilt 6.10, Pilt 6.11).

81 *Endeem* – liik või mõni muu takson, mis esineb üksnes teatud piiratud alal (Masing, 1992).

Pilt 6.10. Endine Raadi kruusakarjäär Tartus. Ala on taimestunud loodusliku suktsessiooni teel.
Foto: Liis Keerberg; 22.05.2014

Pilt 6.11. Pilliroog ja lepad korrastatud Mannare kruusakarjääri kujunenud väikeveekogu ääres Pärnumaal.
Foto: Liis Keerberg; 11.06.2014

Liivakarjääridesse võivad sobivatel tingimustel kujuneda nõmmekooslused, millele iseloomulikud taimeliigid on kanarbik, leesikas, kukemari ja nõmmliivatee. Kaitsealustest liikidest leidub nõmmedel näiteks karukellasid. (Vaata peatükki Poollooduslikud kooslused).

Kui kaalutakse, kas jätta taimestik looduslikule taastumisele või kasutada külvi või istutust, tasub kindlasti vaadata, kuidas on looduslik taimestumine toimunud korrastatava karjääri vanemas osas või mõnes samas piirkonnas asuvas sarnaste tingimustega korrastatud või looduslikult taimestunud karjääris.

6.4.2. Liiva- ja kruusakarjääride taimestamine

Seemnesegusid, mis oleksid koostatud spetsiaalselt karjääride eripärale ja ala edasisele kasutuseesmärgile mõeldes, Eesti kaubandusvõrgus veel ei leidu, kuigi juba on väikeettevõtteid, kes teevad samme liigirikaste, kohalikest seemnetest segude väljatöötamiseks.[82]

Sobilike segude ja soovituste koostamine eeldab sihipäraseid, pikaajalisemaid uuringuid, nii nagu see on toimunud põlevkivikarjääride puhul.

Põhiliselt on saada segusid liikidega, mis on konkurentsis tugevad (nt karjamaa-raihein) ja maa viljakust parandavate omadustega (nt ristikud). Loodus- ja liigikaitselisest aspektist on mõlemad omadused enamjaolt pigem taunitavad. Selliste segude kasvuedukus sõltub suuresti külvimaa intensiivsest ettevalmistusest ja ka järelhooldusest. (Gilcher & Bruns, 1999)

Taimestamiseks tuleks kasutada kohalikke liike ja sorte, mis sobivad mulla, kliima ning loomulikult ka karjääri järelkasutuse eesmärgiga.

Metsastamisel soovitatakse toitainevaestes liivakarjäärides, kus puudub ka tagasipandav mullakiht, kasutada istutuseks kodumaistest puuliikidest harilikku

82 Vt seemnete kogumisest: https://www.nordicbotanical.eu/seemned-1

mändi. Karjäärides, kus pinnas on toitaineterikkam või tagasipandav mullakiht on tüsedam, > 15 cm, ning on niiskusrežiimilt parasniisked, saab metsastamisel kasutada ka teisi kodumaiseid puu- ja põõsaliike (vt peatükki Metsastamine).

Rohumaaks korrastamisel tuleb arvestada, et liivane pinnas selleks hästi ei sobi ja pinnase ülemine vähemalt 10 cm paksune kiht peaks olema huumuseline (vt peatükki Rohumaaks korrastamine).

Kui eesmärgiks on liigirikas taimestik, siis väetada pigem ei tohiks. Produktiivse taimestiku saamisel võib väetisi kasutada, kuid võimalikult vähe, ja ainult pärast toitainete sisalduse kontrolli.

Ekstreemsemates tingimustes, näiteks liivakarjääride erosiooniprobleemiga nõlvadel, saab kasutada taimestamiseks hüdrokülvi (vt peatükki Hüdrokülv).

Müügil olevaid seemnesegusid valides tuleks uurida nende päritolu ning eelistada Eestis kasvanud seemnetest toodetud segusid, kuna praktika on näidanud, et mujal valmistatud seemnesegudesse võib sattuda ka võõrliike, mis soodsate tingimuste korral levima hakkavad.

Konkreetsele alale sobilik liikide valik on soovitatav leida korrastamisprojekti käigus kaasatavate ekspertide abiga. Juhised taimestamiseks maakasutuse eri suundade puhul, nagu metsastamine, rohumaaks korrastamine, põllumaaks korrastamine, on toodud peatükis Ehitusmaavarakarjääride bioloogiline korrastamine.

6.4.3. Sihtliikide elupaigad liiva- ja kruusakarjäärides

Liiva- ja kruusakarjääridesse kujuneb kaevandamise käigus sobivaid elupaiku erinevatele liikidele. Pildil 6.12 on osaliselt tehniliselt korrastatud karjääri osas näha mitmesuguseid maastikuelemente ja ala looduslikku taastumist ning ohustatud liikidele sobivate elupaikade paiknemist.

Pilt 6.12. Sihtliikide elupaigad liivakarjääris.
Foto: Peeter Koll

Liivakarjäärid on sobilikuks asenduselupaigaks mitmele avamaastiku liigile, kelle looduslikke elupaiku ohustab kinnikasvamine või aktiivne inimtegevus. Väikeveekogudega liivakarjäärides leidub I kaitsekategooria kahepaikse kõre ning II kaitsekategooria kahepaikse harivesiliku jaoks vajalikke tingimusi. Nõmmekooslustega sarnastel aladel leiavad elupaiku II kaitsekategooria roomajatest kivisisalik ning III kaitsekategooria linnuliik nõmmelõoke. Liivakarjääride järskudes nõlvades pesitseb kaldapääsuke ning peamiselt kruusakarjääride klibusel põhjal väiketüll. Mõlemad linnuliigid kuuluvad III kaitsekategooriasse. Kaitsealustele liikidele sobib eelkõige avamaastik. Karjääride taimestunud veekogudes ja puistutes elab ka liike, kes kaitse all ei ole. Järgnevalt käsitletakse eelkõige liiva- ja kruusakarjääre asustavate olulisemate kaitsealuste liikide elupaigatingimusi ja nende loomise võimalusi.

Avamaastiku liigid

Juttselg-kärnkonn ehk kõre

Kõre (*Epidalea calamita*) on kärnkonnadele iseloomulikult krobelise nahaga suhteliselt väike (kehapikkus 6–8 cm) lühijalgne loom, tavaliselt on tema seljal kollane pikitriip. Kõre tegutseb videvikus ja öösel (Pilt 6.13). Päeval on kõred peidus pinnases, kivihunnikutes, kivide või maas lebavate puuokste jms all. Kudu koetakse nööridena madalasse vette.

Pilt 6.13. Juttselg-kärnkonn ehk kõre tegutseb peamiselt öötundidel.
Foto: Üllar Rammul; 12.07.2008

Kõre on üks neist liikidest, kellele karjääride lagedad liivaalad pakuvad olulisi asenduselupaiku.

Kõre looduslikele elupaikadele avatud luitealadel ja liivikutel istutati aastatel 1950–1970 männikultuurid, karjatamata rannaniidud on suures osas kinni kasvanud. Ainsana püsisid avatuna liivikutele rajatud karjäärid, kuhu liik ongi praegu põhiliselt taandunud. (Rannap *et al.*, 2009)[83]

Kõre looduslik areaal[84] on peamiselt Lääne-Eesti ja Pärnumaa rannikualadel ning saartel. Karjääride korrastamist kõre elupaigaks tulebki silmas pidada eelkõige nendel aladel.

Kõre eelistab sigida madalaveelistes laugete kallaste ja vähese taimestikuga ajutistes veekogudes, mis on päikesele avatud. Madalates veekogudes soojeneb vesi kiiresti, luues head tingimused kudu ja kulleste arenguks. Kuna ajutised veekogud kuivavad enamasti suve lõpus, on seal vähem kalu ja selgrootuid, kes võiksid kõre kudu ja kulleseid süüa. Sellistele tingimustele vastavad hästi ka paljud karjääridesse tekkivad ajutised veekogud. (Rannap *et al.*, 2009)

83 Tegevuskava kõre (*Bufo calamita*) kaitseks Eestis 2010–2015, http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/kore_kaitsekorralduskava.pdf

84 *Areaal* – levila, levikuala („Eesti keele seletav sõnaraamat“, 2009).

Kõre **kudemisveekogud peavad olema vähese taimestikuga** (Pilt 6.14). Kui kudemisveekogudes leidub palju vana roogu, tarnapuhmaid, pajusid või muid taimi, tuleks veekogud esmalt taimestikust puhastada – pilliroog ja teised kõrgekasvulised taimed tuleks maha niita, põõsad maha raiuda. Samas madal taimestik veekogudes (näiteks valge kastehein) pakub kõre kudule ja kullestele varjevõimalusi ja see tuleks säilitada. Kudemisveekogude mudast puhastamine, olemasolevate veekogude süvendamine või uute rajamine peab toimuma liigieksperdi järelevalve all, sest kõre on kudemisveekogude kvaliteedi suhtes väga nõudlik ja seetõttu tuleb nende rajamisel või taastamisel arvestada kõiki liigispetsiifilisi nõudeid. Vastasel juhul võivad taastatud või rajatud veekogud põhjustada liigile rohkem kahju kui kasu, näiteks võidakse valesti rajatud veekogus luua soodsad tingimused röövloomadele ja kõrega konkureerivatele kahepaiksetele. (Rannap *et al.*, 2009)

Pilt 6.14. Lavassaare kruusakarjääri rajatud kõre kudemisveekogud kaevumiskuhjadega.
Foto: Kaupo Kohv; 26.04.2011

Oluline on taastada või rajada kõre elupaikadesse mitu erineva sügavusega kudemisveekogu, sest kui kudemiseks sobivaid veekogusid leidub vähe, on suur oht, et sigimine ebaõnnestub veekogude liiga varajase kuivamise tõttu (veekogud kuivavad ja kõre järelkasv hukub enne, kui on valmis veekogudest kuivale maale siirduma) (Rannap *et al.*, 2009).

Korrastamistöid kõre elupaigaks olevas karjääris võib alustada sügisel, alates septembrist, kui kõigi kahepaiksete vastsed on moonde läbinud. **Töid võib teha kuni järgmise aasta varakevadeni (märtsini**), enne uue sigimisperioodi algust (Inseneribüroo STEIGER OÜ, 2012b).

Maismaaelupaigaks vajab kõre liivaseid, kiviklibuseid, hõreda või madalmuruse taimestikuga (kuni 5 cm) avatud alasid. Avatuna hoidmiseks tuleb neid karjatada või niita. Parimaid tulemusi annab mitme loomaliigi koos karjatamine. Kariloomad trambivad meelsasti ka lompides, vältides nii nende kinnikasvamist. Kõrele sobivate elutingimuste saavutamiseks peab rannaniidu karjatamine olema küllalt intensiivne – üks loomühik (täiskasvanud veis, hobune) hektari kohta.

Kui elupaigad on ulatuslikult roostunud või võsastunud, tuleb avatud elupaikade taastamiseks roog või võsa eemaldada, kokku koguda, põletada või ära vedada. Sobiv aeg vana roo niitmiseks ja võsa lõikamiseks on talvekuudel kuni märtsini – ajal, mil maa on külmunud. Roogu tuleb kindlasti niita vähemalt 2-3 korda vegetatsiooniperioodi jooksul. Kui niidualad on roost ja võsast puhastatud, saab alustada karjatamisega (Inseneribüroo STEIGER OÜ, 2012b).

Tuleb arvestada, et kõre on Eestis I kategooria kaitsealune liik, kelle kõik teadaolevad elupaigad tuleb looduskaitseseaduse kohaselt kaitse alla võtta.

Neid alasid[85] valitseb keskkonnaamet ja tööd kõre elupaikades tuleb keskkonnaametiga kooskõlastada. Aktiivses kasutuses olevate karjääride puhul ei tähenda see igal juhul kaevandamise peatamist, vaid sagedamini pigem koostööd keskkonnaameti ja liigiekspertidega, et tagada populatsioonile soodsad tingimused ka mäetööde ajal.

Kõre kudemisveekogude puhastamine, olemasolevate veekogude süvendamine või uute rajamine peab toimuma liigieksperdi järelevalve all.

85 Vt kõre püsielupaikade kaitsekorda: https://www.riigiteataja.ee/akt/1051355?leiaKehtiv

Kõre elupaik Võiduküla karjääris

Kaevandamise järel on kõre elupaigaks kujundatud 2000. aastate algul ammendatud Võiduküla liivakarjäär Luitemaa looduskaitsealal Pärnumaal, kuhu on rajatud ligi poolsada madalat kudemisveekogu (Pilt 6.15). Esialgu oli ala plaanitud metsastada (Timm *et al.*, 2007).

Pilt 6.15. Kõrele rajatud kudemisveekogud Võiduküla endises liivakarjääris.
Foto: Kaupo Kohv; 01.12.2011

Et säilitada kõre jaoks olulisi päikeselise avamaastiku tingimusi, eemaldatakse alal 3–5 aasta tagant pealekasvav puunoorendik ja veekogudesse kasvav taimestik (Keskkonnainvesteeringute Keskus, 2002). Viimastel aastatel on seal hoolduseesmärgil karjatatud alates juulikuust hobuseid ja veiseid.

Kõrele ja kivisisalikule sobivad tingimused on kujundatud ka Lahemaa rahvuspargis asuvatesse ammendunud Soosilla ja Sillaotsa liivakarjääridesse.

Harivesilik

Kaevandamise käigus karjääri kujunevaid kalavabasid väikeveekogusid kasutab paljunemiseks ka II kategooria kaitsealune liik harivesilik (*Triturus cristatus*).

Harivesilik on meie kahest vesilikuliigist suurem (Pilt 6.16). Täiskasvanud loomade üldpikkus (pikkus koos sabaga) võib olla isegi kuni 18 cm. Nahk on tume ja köbruline.

Pilt 6.16. Harivesilik on meie kahest vesilikuliigist suurim.
Foto: Üllar Rammul; 16.06.2006

Harivesilikku leidub arvukamalt Lõuna- ja Kagu-Eestis. Üksikuid leiukohti on ka Pandivere kõrgustikul ja Järvamaa karstialadel. Karjääride korrastamist harivesiliku elupaigaks tasubki silmas pidada eelkõige nendes Eesti piirkondades.

Võrreldes kõrega kasutab harivesilik sigimiseks suuremaid, sügavamaid ja taimestikurikkamaid veekogusid. Sobiv kudemiseks on lai madala veega kaldapiirkond. Harivesilik kinnitab munad taimelehtedele veepiirist kuni 30 cm sügavusel, kuid võib kudeda ka enam kui poole meetri sügavuses vees. Kudu (munad) kinnitab harivesilik ükshaaval veetaimede lehtede vahele.

Harivesilikul on kindlad nõudmised vee-elupaikade suhtes ja sigimisveekogude (tiikide) rajamisel tuleb neist lähtuda. Vältida tuleb sissevoolu (kraavi suubumist) rajatavasse veekogusse, sest läbivooluga tiiki kogunevad setted ja see mudastub kiiresti, allikalise sissevoolu puhul võib tiik olla liiga külma vee tõttu liigile ebasobiv. Tiigi lähedal ei tohi olla intensiivselt majandatavaid põlde või metsa. Põldude kündmisel või ulatuslike lageraiete tegemisel tiigi ligidal uhutakse

vihmavee ja tuuleerosiooni tõttu tiiki liialt toitaineid, mis toob kaasa veekogu kiire kinnikasvamise. Eriti ohtlik on väetiste ja mürkkemikaalide sattumine tiiki. Tiigi põhjakallas peab olema päikesele avatud. Puud ja muu kõrgekasvuline taimestik võivad olla ainult tiigist kaugemal ning ainult selle põhjapoolses küljes, et tiiki mitte liigselt varjata. Kui puud on veekogule liiga lähedal või vahetult selle kallastel, ei soojene vesi piisavalt ning tiik harivesilikule ei sobi. Samuti kiirendavad puudelt langevad lehed tiigi mudastumist. Tiik peab olema laugete kallastega, et kallastelt ei kanduks vette huumusrikast pinnast ning sellega koos toitaineid. Tiigi lääne- ja põhjakalda tõusunurk ei tohiks olla suurem kui 15...25°. See on vajalik piisavalt suure, madala, kiiresti soojeneva veega ala tagamiseks. Laugetele kallastele kasvab ka sobiv veetaimestik, mis on vajalik harivesiliku munade kinnitamiseks. Ühtlasi on laugete kallastega veekogusid kergem hooldada (niita või karjatada). Tiigi vesi peab olema selge, sest harivesilikud väldivad sogast vett. Selge vee tagamiseks peavad tiigi põhi ja kaldad olema savised või liivased. Oluline on taastada väikeveekogusid kogumikena, mitte rajada üksikuid üksteisest kaugele jäävaid veekogusid, sest vaid veekogude kogumike rajamine-taastamine tagab liigi asurkonna säilimise pikema aja jooksul. Harivesiliku asurkonna pikaajaliseks säilimiseks peab igas elupaigas olema vähemalt kolm kuni viis sigimiseks sobivat veekogu. Rajatavatesse või taastatavatesse harivesiliku sigimisveekogudesse ei tohi mitte mingil juhul asustada kalu, sest need toituvad harivesiliku järelkasvust. (Rannap *et al.*, 2006)[86]

Harivesiliku sigimisveekogud vajavad ka järelhooldust. Uue tiigi rajamise või olemasoleva taastamise järel võivad tiigi kallastel hakata levima hundinuiad ja pajud. Paju ja hundinuia noored taimed tuleb nii tiigi seest kui kallastelt eemaldada, et vältida tiigi kinnikasvamist. Kõige tulemuslikum on pajuseemikute ja hundinuia noorte taimede käsitsi väljajuurimine. Seda on kergem teha esimesel kahel aastal, kui noored taimed pole veel tugevasti juurdunud. Hiljem on taimede eemaldamine märgatavat töömahukam. Hundinuia ja pajuseemikute kõrval võivad esimestel aastatel, uue tiigi rajamise järel seal vohama hakata vetikad. Veepinnale kerkinud vetikad tuleb eemaldada. (Rannap *et al.*, 2006)

Harivesilikule on elupaik kujundatud näiteks Põlvamaal asuvasse endisesse Piusa liivakarjääri.

86 Tegevuskava harivesiliku kaitse korraldamiseks Eestis 2007–2012: http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/harivesilikutegevuskava.pdf

Kui korrastatavate alade veekogudes on harivesilik olemas, tuleks veekogude kujundamise, taastamise ja hooldamise tööd teha septembri teises pooles või oktoobris, sest siis on enamik kahepaikseid veekogudest lahkunud. Uute sigimisveekogude rajamisel ei ole ajalised piirangud nii ranged, uusi veekogusid saab harivesilikule rajada nii suvel kui ka sügisel.

Kokkuvõtvalt on harivesiliku sigimisveekogudele järgmised nõuded:

- asurkonna pikaajaliseks säilimiseks peab igas elupaigas olema vähemalt kolm kuni viis sigimiseks sobivat veekogu;
- puudub sissevool;
- puuduvad kalad;
- ligiduses ei ole intensiivselt majandatavaid põlde;
- ligiduses ei ole metsa;
- põhi ja kaldad peavad olema savised või liivased;
- kaldad peavad olema lauged;
- põhjakallas peab olema päikesele avatud;
- vesi peab olema selge;
- pajud ja hundinuiad tuleb nii veekogu põhjast kui ka kallastelt eemaldada, et vältida veekogu kinnikasvamist;
- vee suurim sügavus on pool meetrit kuni meeter.

Täpsemad nõuded harivesiliku elupaikade taastamiseks ja hooldamiseks ning uute elupaikade rajamiseks sõltuvad konkreetsest juhtumist ja tuleks määrata koostöös liigieksperdiga.

Kivisisalik

Kõre ja harivesiliku elupaikadega sarnaseid elupaiku kasutab roomajatest II kategooria liik kivisisalik (*Lacerta agilis*), kelle emasloomad munevad päikesele avatud liivaaladele. Kivisisaliku värvus on väga varieeruv (Pilt 6.17). Meie teisest sisalikuliigist, arusisalikust, on kivisisalikud suuremad – kivisisaliku kerepikkus on kuni 9 cm.

Kivisisaliku leiukohad paiknevad hajusalt Eesti mandriosas.

Järgneva teksti koostamisel on kasutatud keskkonnaministri 2015. aastal kinnitatud „Kivisisaliku (*Lacerta agilis*) kaitse tegevuskava“ (Keskkonnaministeerium, 2015)[87]. Karjäärid on paljudele kivisisaliku asurkondadele ainsad refuugiumid,[88] kus liik on luitealade metsastamisest hoolimata säilinud. Karjääri järelkasutust planeerides tuleb arvestada, et liivakarjääride metsastamisel kivisisalikule sobilikud avatud elupaigad häviksid, sest okaspuud muudavad alad varjuliseks. **Liigile on sigimiseks (eelkõige munemiseks ja munade arenguks) hädavajalikud just päikesele avatud taimestumata liivaalad.** Lisaks muudab okaspuude varis pinnase happeliseks. Seetõttu tuleks kivisisaliku elupaigaks olevate ammendatud karjääride korrastamisel **ala jätta metsastamata ja säilitada avatuna**. Uute liivakarjääride rajamisel tuleks enne karjääri rajamist alal teha inventuur, et selgitada välja kivisisaliku võimalik esinemine. Kui alalt või selle lähiümbrusest loomi leitakse, peab karjääri rajamisel ja hilisemal kasutamisel liigi elupaiganõudlusega arvestama.

Pilt 6.17. Paljude kivisisalike külgedel on selgesti eristatavad heleda keskosa ja tumeda ümbrisega laigud (nn silmalaigud).
Foto: Merike Linnamägi; 30.05.2015

87 Kivisisaliku (*Lacerta agilis*) kaitse tegevuskava: http://www.envir.ee/sites/default/files/kivisisalik.pdf

88 *Refuugium* ehk *pagula* – piirkond, kus taime, seene- ja loomaliigid on üle elanud ebasoodsa ajajärgu (Masing, 1992).

Kivisisaliku elupaigaks olevates töötavates karjäärides (nt Männiku liivakarjäär Tallinna piiril) saab kaevandamistöid teha, kuid loomale tuleb jätta elupaigaks sobilike tingimustega karjääriosa, mis on kasutusest väljas. Ala peaks olema säilitatud maismaana (kaevandada ei tohi veepiirist sügavamal). See võimaldab tekkida hõredal taimestikul, mis pakub liigile sobivaid elu- ja varjepaiku. Karjääri eri osade kasutamine tuleks kooskõlastada kivisisaliku elupaiganõudlust tundva eksperdiga.

Kivisisalikule elupaigaks jäetav avatud karjääriala peaks moodustama vähemalt 10% karjääri pindalast, kuid mitte vähem kui 5 ha. Ala suurus tuleks määrata iga leiukoha puhul eraldi, sest elupaikade kvaliteet võib olla väga erinev. Sellel alal ei tohi kaevandada veepiirist allpool ja umbes iga viie aasta tagant peaks seal kohati liiva lahti lükkama.

Kivisisalikule karjääri vallide rajamisel tuleb kindlasti moodustada lääne-idasuunalisi lõunapäikesele avatud lõikeid. Nende vahele võib rajada ka muu orientatsiooniga valle. Sobivad vallid on ligikaudu 1,5…2 m kõrgused, puhtast huumusevabast liivast, loomuliku varisemise nurgaga. Vallide vahele on soovitatav jätta vahekoridore maastiku ilmestamiseks ja teiste liikide liikumise lihtsustamiseks.

Karjääride korrastamisel kivisisalikule sobivaks elupaigaks ei tohiks alasid täielikult metsastada, et säiliks nii pinnase reljeefsus kui ka päikesele eksponeeritud täis istutamata nõlvad.

Väiketüll

Kruusakarjäärides on linnuliikidest sagedaseks pesitsejaks väiketüll (*Charadrius dubius*), Eestis suhteliselt ebaühtlase levikumustriga pisikurvitsaline, kes kuulub III kaitsekategooriasse. Väiketüll on veidi suurem lõokesest, kaaludes keskmiselt vaid 40 grammi (Pilt 6.18). Sulestiku ülapool on luitunud pruun, alapool aga valge. Nokk on must, jalad kollakasroosad, ümber silma helekollane sulevaba võru. Liik pesitseb valdavalt sisemaa tööstusaladel, kuid asustab ka kruusaseid ja kiviklibuseid paiku rannikul ja saartel.

Pilt 6.18. Inimkaasleja väiketüll võib peale karjääride pesitseda ka vanade kolhoosihoonete või siloaukude lähedal, kus leidub talle sobivat kivist-kruusast pinda.
Foto: Liis Keerberg; 28.04.2016

Eesti Ornitoloogiaühingu hinnangul pesitseb Eestis u 1000–2000 paari väiketülle, liigi arvukuse pikaajaline (1980–2012) trend on stabiilne. Kogu Euroopas asustab väiketüll peamiselt just inimtekkelisi paiku. Vaid iga kümnes väiketüllipaar pesitseb looduslikes tingimustes (Eesti Ornitoloogiaühing, 2012).

Pilt 6.19. Väiketüllidele sobilik elupaik Partsi kruusakarjääris Hiiumaal.
Foto: Liis Keerberg; 05.06.2014

Väiketüllile on klibused või kruusased alad olulised, kuna ta on maaspesitseja ja vajab keskkonda, kus munad ja hauduv emaslind saavad jääda märkamatuks. Pesitsuspaiga lähedal võib olla ka madalat hõredamat taimestikku, kuhu lindudel on võimalik varjuda (Pilt 6.19).

Peamiselt toitub väiketüll putukatest ja nende vastsetest, aga ka ämblikest, koorikloomadest, karpidest ja ussikestest. Seetõttu eelistab liik karjääre, milles on ka veekogusid.[89]

Maaspesitsevatele kurvitsalistele sobivate pesitsusbiotoopide säilitamiseks karjääri korrastamisel tuleks vältida karjääri põhja kasvupinnasega katmist ja taimestamist.

Elupaiga avatuna säilitamiseks on vaja kamarduvat pinnast 5–10 aasta tagant koorida ja vajaduse korral võsa raiuda. Alternatiivina saab avamaastiku tingimuste säilitamiseks kasutada ka karjatamist, kuid seejuures tuleb jälgida, et elupaigas leiduks ka pesitsemiseks sobivaid taimestikuvabasid alasid.

Kui korrastatavat veekogu(de)ga karjääri kasutatakse näiteks puhkealana, võivad pesitsusala läheduses liikuvad inimesed linde tahtmatult häirida. Turvalisi pesitsuspaiku saab juurde luua, kui näiteks kamardumata kaldaalasid põõsastikega tsoneerida või luua veekogusse lisaks toitainevaese pinnasega kruusaseid ja klibuseid saarekesi. Saarekesed peaksid asuma võimalikult veekogu keskel ning vee sügavus saare ja veekogu kalda vahel peab olema vähemalt üks meeter. Need tingimused piiravad kiskjate juurdepääsu pesitsussaarele.

Korrastamistöid (nagu puistangute ja nõlvade tasandamine) tuleb teha väljaspool tüllide pesitsusaega, mis on 1. maist 15. juulini. Kui karjääri kasutatakse ka motokrossiks või muuks aktiivseks inimtegevuseks, tuleks vältida nende korraldamist pesitsusajal.

89 Vt väiketülli kohta täpsemalt Birdlife International: http://www.birdlife.org/datazone/species/factsheet/22693770

Kaldapääsuke

Pilt 6.20. Kaldapääsukesed pesitsusperioodi alguses Tabina karjääris.
Foto: Liis Keerberg; 21.05.2017

Kaldapääsuke (*Riparia riparia*) on meie kõige väiksem ja ainus pruuni sulestikuga pääsuke, kes kuulub III kaitsekategooria liikide hulka (Pilt 6.20). Kaldapääsukese looduslikud elupaigad on jõgede ja järvede kaldajärsakutes ja liivapaljandites. Inimtekkelistest elupaikadest kasutab liik pesitsuspaigana liiva- ja kruusakarjääride järske nõlvasid ning puistanguid, samuti paekarjääride sõelmepuistanguid.

Kaldapääsukese arvukus on pikaajaliste andmete kohaselt (1980–2012) tugevas languses ja hinnanguliselt pesitseb meil neid praegu 5000–10 000 paari ehk ligi viis korda vähem kui 20 aastat tagasi (Elts *et al.,* 2013; Lõhmus *et al*., 1998).[90] Liigi arvukuse languse põhjuseks võivad olla nii ebasoodsad tingimused talvitusaladel ja rändel, aga ka sobilike elupaikade vähenemine ning kolooniate juhuslik hukkumine ajutistes inimtekkelistes elupaikades (karjäärid, ehitusplatsid jm). Kaldapääsuke pesitseb eelistatult lõunakaartesse eksponeeritud taimestikuvabades järskudes nõlvades (Pilt 6.21). Pesakoopa rajamiseks peab nõlva materjal olema sobiva struktuuriga, et see võimaldaks uuristamist ning

90 Vt kaldapääsukese kohta: http://www.eoy.ee/hirundo/file_download/149/Elts_et_al_2013_2.pdf ja http://www.eoy.ee/hirundo/file_download/246/Hirundo_2-1998_1.pdf

samas püsiks stabiilsena ega variseks kokku. Kui erinevused ei ole silmanähtavad (nt valge sõre liiv või tsementeerunud liivakivi), ei suuda inimene asjakohase mõõteaparatuurita materjali koostise sobivust paraku hinnata. Seetõttu võivad teinekord pealtnäha ideaalselt sobivad nõlvad jääda pääsukesest kasutusse võtmata, kuid pesakoopad on rajatud hoopis näiteks nõlva lähedusesse mullakuhja. Liigile pesitsuseks sobivate nõlvade säilitamine karjääri korrastamisel on sageli problemaatiline, sest tasandamata jäetuna võivad nõlvad erosiooni mõjul ajapikku variseda ja olla seetõttu karjääris viibivatele inimestele või loomadele ohtlikud. Nõlva varisemine vähendab ka elupaiga kvaliteeti, kuna selle alla moodustuv rusukalle hõlbustab ühelt poolt kiskjate ligipääsu kolooniale, teiselt poolt aga hakkab sinna kasvama taimestik ja võsa, mis võib häirida lindude liikumist pesakoobastesse. Elupaiga ajutisuse tõttu ei ole üldjuhul korrastamisel mõistlik sellele liigile pesitsuseks tingimusi luua. Pigem tuleks turvalised pesitsusvõimalused tagada aktiivses kasutuses olevate karjääride nendes osades, mida kas ajutiselt või enam ei kaevandata. Turvaliseks pesitsemiseks on vajalik püstne (u 90°), ilma rusukaldeta, soovitatavalt vähemalt 3 m kõrgune nõlv, et rebased ei pääseks pesi rüüstama. Kui lindude pesitsemist karjääris tahetakse vältida, siis tuleks nõlvale anda 60…70-kraadine või väiksem nurk, sest sellist nõlva kaldapääsukesed üldiselt pesitsuseks ei kasuta.

Pilt 6.21. Kaldapääsuke eelistab pesitsemiseks taimestikuvabasid järske nõlvu. Kuna varisemisel pesitsustingimused halvenevad, pole nõlvasid karjääride korrastamisel üldjuhul vaja säilitada.
Foto: Peeter Koll; 30.09.2016

Võimalust pesituspaiga rajamiseks või säilitamiseks tuleks kindlasti kaaluda karjäärides, kus kaevandatava liiva koostis tagab stabiilsemad nõlvad. Näiteks

Võrumaal Tabina karjääris, kus kaevandatakse nn klaasiliiva, on olnud plaanis korrastamisel nõlvad kaldapääsukeste elupaigana säilitada (Keskkonnaamet, 2014). Järsu nõlva ohutuse saab tagada näiteks piiravate hekkide istutamise ja hästi tähelepandavate infotahvlitega. Lääne-Euroopa karjäärides on kaldapääsukestele sobivaid nõlvu toestatud ka puitkonstruktsioonidega või paigaldatud nõlvade ette sobivas suuruses avadega betoonseinad (Heidelberg Cement, 2015).[91] Kui pesitsusnõlvade säilitamine on ala edasise kasutuse või inimeste ohutuse tagamise seisukohast võimatu, tuleb tasandamistööd kindlasti teha väljaspool kaitsealuse liigi pesitsusaega ehk enne 1. maid ja pärast 30. augustit, mil tegevus ei häiri ka kõige varasemaid ja hilisemaid pesitsejaid.

Kuna kaevandamisel luuakse järjepidevalt uusi järske nõlvu, tekivad kaldapääsukesele soodsad pesitsustingimused just töötavates karjäärides, kus turvalise pesitsuse saab tagada tööde aega planeerides.

Näiteks Saksamaal, kus liik on looduslike pesitsuspaikade nappuse tõttu range kaitse all, on kontserni Heidelberg Cement tütarfirma Sector Aggregates käivitanud kaldapääsukese kaitseprogrammi, kuhu on hõlmatud 42 liiva- ja kruusakarjääri. Igal pesitsusperioodil kaardistatakse programmi hõlmatud karjäärides kõik pesakoopad ja talvel planeeritakse, millises karjääriosas järgmisel hooajal kaevandatakse. Kui kaevandada soovitakse nõlvast, mis oli kaldapääsukestele pesitsuskohana sobilik, tasandatakse nõlv enne pesitsusaja algust ning luuakse asenduselupaigaks uus nõlv, mis peab jääma võimalikult kaugele roht- ja puittaimestikust. Samuti võib luua lisaelupaikadeks kokkupressitud saviliivasest pinnasest puistanguid. Pesitsusperioodil karjääris töid ei tehta ja igaks järgnevaks perioodiks tagatakse pesitsuseks sobivad tingimused (Heidelberg Cement, 2015). Sarnaseid liigikaitset toetavaid tegevusi saaks rakendada ka Eestis. See eeldab head tahet ja tegevuste täpsemat planeerimist.

Kokkuvõtvalt on kaldapääsukese pesitsemiseks vajalikud järgmised tingimused:

- järsk lõunakaartesse avatud liiva-, mulla- või sõelmete nõlv;
- kõrgus vähemalt 2 meetrit, ideaalis alates 5 meetrist;
- laius minimaalselt 5 meetrit, ideaalis 50–200 m;

91 Vt näiteid nõlva toestamiseks kasutatud konstruktsioonidest: http://www.birdlife.org/europe-and-central-asia/heidelbergcement-species-protection-programme-sand-martin

- nõlvaesine lage, rohttaimede ja puude-põõsasteta;
- vertikaalne nõlv taimestumata;
- läheduses soovitatavalt veekogu või põld toitumislendudeks.

Nõmmelõoke

Hõreda taimestikuga liivakarjäärides pesitseb nõmmelõoke (*Lullula arborea*), kes on põldlõokesest väiksem, heledama kulmutriibu ja lühema sabaga (Pilt 6.22). Selle linnuliigi looduslikuks elupaigaks on nõmmed ja nõmmemetsad, hõredate männikutega liivikud, kuivad liivased raiesmikud ning loometsad.

Pilt 6.22. Nõmmelõokese tiivanukil on iseloomulik kontrastne (hele-tume-hele) muster.
Foto: Uku Paal; 27.05.2012

Nõmmelõokesele sobivad kamardumata alad, kus leidub lahtist liiva, kuna pesa jaoks kaabib lind maapinnale 6-7 lohukest, millest ühte, kanarbiku või rohupuhma varju, ehitab pesa (Rootsmäe & Veromann, 1974). Liivakarjääridest on nõmmelõokese elupaik teada näiteks Männiku karjääris, Pärnumaal Potsepa karjääris, Viljandimaal Mustassaare karjääris (Bioloogilise mitmekesisuse

andmebaas e-elurikkus).[92] Sobivad elupaiku kasutab nõmmelõoke järjepidevalt ja pesad rajatakse eelmise aasta pesapaiga lähedale, kuigi linnud ei tarvitse olla samad (Rootsmäe & Veromann, 1974).

Tingimuste säilitamiseks nõmmelõokesele võib karjääride korrastamisel nõlvad ja puistangud küll tasandada, aga tuleks loobuda taimestiku liiga kiire arengu soodustamisest ehk kasvupinnase laotamisest, väetamisest ning taimestamisest.

Kui männikultuure liivakarjääri istutada, siis võiks istutuse tihedus vastata loodusliku valgusküllase nõmmemänniku tihedusele.

Kuna karjääride taimestumine toimub ka inimese kaasabita üsna kiiresti, tuleb korrastamistingimusi seades hinnata, kui kauaks elupaigad avatuna püsima jäävad ning kas ala vajab ka edasist hooldust (vt ka peatükke Loodusliku taimestumise kulg ja Poollooduslikud kooslused).

Püsiveekogude ja puittaimestiku liigid

Eespool kirjeldatud kaitsealused liigid eelistavad peamiselt liivakarjääre ning vajavad kamardumata aladele omaseid tingimusi, kahepaiksed ka erineva sügavusega väikeveekogusid.

Puude ja põõsastega karjäärides, mille territooriumil või lähiümbruses leidub ka avamaastikku, tekivad elupaigatingimused nii metsa- kui ka avamaastikuliikidele. Liigirikkust suurendab veekogude olemasolu karjääris või selle ligiduses.

Kaldataimestikuga karjääriveekogudes leiavad elupaiga erinevad vee- ja roostikulinnud. Suuremates karjäärides saab elupaikade mitmekesisust suurendada, rajades erineva sügavuse ja kaldaprofiiliga suuremaid ja väiksemaid veekogusid. Väiksemad ja laugete kallastega veekogud sobivad kahepaiksetele, suuremad ja sügavamad aga kaladele. Lindudest kasutavad madalaid veekogusid toitumispaikadena näiteks tutt-, hallpõsk- ja sarvikpütid, kajakad ja tiirud,

92 Bioloogilise mitmekesisuse andmebaas e-elurikkus: http://elurikkus.ut.ee/

kahlajad, haigrud ja ujupardid, sügavamaid veekogusid aga sukelpardid, nagu tuttvart ja sõtkas (Pilt 6.23).

Pilt 6.23. Sõtka pesakond Hiiumaa Tilga kruusakarjääri roostunud veekogul.
Foto: Liis Keerberg; 04.06.2014

Püsiveekogude puhul saab linnuliikide mitmekesisust soodustada, kui kujundada karjääriveekogule liigendatud kaldajoon ja jätta veekogu keskosasse pesitsemiseks sobivaid saarekesi (Väli, 2001; Gilcher & Bruns, 1999).

Karjääriveekogusid kasutavad ka värvulised. Taimestunud väikeveekogude juures, kus leidub ka lehtpuuvõsa, võib pesitseda kukkurtihane (*Remiz pendulinus*), aga ka rootsiitsitaja (*Emberiza schoeniclus*), soo-roolind (*Arcocephalus palustris*) ja võsa-ritsiklind (*Locustella naevia*). Paikades, kus avamaastik vaheldub põõsastikega, pesitsevad pruunselg-põõsalind (*Sylvia communis*), karmiinleevike (*Carpodacus erythrinus*) ja talvike (*Emberiza citrinella*).

Kui üldjuhul kasutavad linnud veekogusid ja nende elustikku kas pesitsemiseks või toitumiseks, siis tuvilised vajavad oma erilise seedesüsteemi tõttu regulaarselt vett ja käivad laugete kallastega veekogude ääres joomas

(Operation Turtle Love).[93] Karjääriveekogude lähedusse on võimalik luua tuvilistele sobilikke elutingimusi.

Turteltuviprojekt Inglismaal

Inglismaal viidi hiljuti ellu edukas katseprojekt, kus turteltuvide (*Streptopelia turtur*, Pilt 6.24) pesitsuspiirkonnas asuvatesse veekogudega karjääridesse, mille läheduses leidus ka tihedat põõsastikku, külvati liigile sobilikke toidutaimi. Euroopas on turteltuvi arvukus 1980–2013. aastal kahanenud 79%. Suurt langust nähakse turteltuvil ka Eestis. Seetõttu oleks selle liigi pesitsustingimuste toetamine tervitatav.

Pilt 6.24. Turteltuvi vajab joomiseks laugete kallastega veekogusid.
Foto: Andrej Chudy; 29.05.2010 (Wikimedia Commons)

Turteltuvi toitub seemnetest ning Eestis sobivad talle pärismaised taimeliigid, nagu harilik punand (*Fumaria officinalis*), harilik nõiahammas (*Lotus corniculatus*), valge ristik (*Trifolium repens*), punane ristik (*Trifolium pratense*),

93 Vt lähemalt projektist „Operation Turtle Love“: http://www.operationturtledove.org/get-involved/habitat/do-you-manage-land/establishing-feeding-habitat/

humallutsern (*Medicago lupulina*), kurerehad (*Geranium*), rebasheinalised (maltsad) ja vesihein (*Stellaria media*).

Pesa teeb turteltuvi tihedatesse laiadesse põõsastikesse või hekkidesse (kõrgus 3 m, laius 4 m), mis koosnevad asteldega põõsaliikidest, nagu laukapuu (*Prunus spinosa*) ja viirpuu (*Crataegus rhipidophylla*), kuid ta pesitseb ka okaspuuvõras. Soovituste kohaselt võiks u 100 ha põllumajandusmaastikus olla turteltuvile pesitsuspaigaks sobivat põõsastikku (hekki) minimaalselt 500–2000 m ulatuses (The Royal Society for the Protection of Birds, 2016).

Kuna brittide katsed olid edukad, võiksid laugete kallastega karjääriveekogude lähedusse, kuhu on loodud liigile sobivaid pesitsuspaiku ja toitumisalasid, asuda turteltuvid pesitsema ka meil. Täpsemat nõu selle ka Eestis väheneva arvukusega liigi vajadustele vastavate tingimuste loomiseks saab küsida liigieksperdilt Eesti Ornitoloogiaühingust.[94]

Soovitatav on hakata karjääriveekogu kujundama juba kaevandamise käigus. Varane korrastamine annab eeliseid maastikku sobivate elupaikade loomisel ning võib osutuda ka märksa odavamaks kui hilisem korrastamine. (Vaata peatükki Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad).

Eri maastikuelementidel on elurikkust toetav mõju ja sellest tulenevalt peaks karjääri lõplikul korrastamisel nende säilitamist kaaluma.

94 Vt turteltuvi kohta täpsemalt: http://www.eoy.ee/turteltuvi/aasta-linnud/turteltuvi

7. SAVIKARJÄÄRIDE KORRASTAMINE[95]

7.1. Savikarjääride ja -aukude olud ning tingimused

Enno Reinsalu

Savi on pika kasutusajalooga mineraaltoore, mida viimasel ajal kasutatakse peamiselt telliste, katusekivide ja kergkruusa tootmiseks. Väikesi telliselööve ja sadu saviauke on olnud kõikjal üle maa. Ajal, kui kohalikud ettevõtted savi kaevandasid, mingeid korrastamisnõudeid ei olnud. Üldsus suhtus saviaukudesse kui loomulikku nähtusesse. Seoses tellisetootmise koondumisega suurematesse tehastesse hääbus kohalik savitööstus ja nende saviaugud muutusid lombiks, loduks ja neisse heideti ka jäätmeid. Hüljatud savikarjääridesse, eriti just endisaegsete suuremate tellisetehaste juurde tekkinud veekogusid kasutatakse veelindude küttimiseks, kalastamiseks, suplemiseks, olmevee võtmiseks – näiteks Tsirguliinas (Pilt 7.1).

Pilt 7.1. Tsirguliina tellisetehaste hüljatud savikarjäär on sulandunud keskkonda.
N 57°51’35,4’’; E 26°12’35,6’’
Foto: Enno Reinsalu; 10.08.2005

95 Autorite nimed on toodud alapetükkide juures.

Kuna vanad, keskkonda sulandunud (= loodustunud) savikarjäärid ja -augud ei ole üldsuses suuri probleeme tekitanud, on enamasti nende korrastamine piirdunud saneerimisega.

Siiski tuleb savi kaevandamisalade korrastamisel, toimugu see projekti- või initsiatiivipõhiselt, teada, et tehniliselt on savi tihke, kuid üsna poorne materjal (vt peatükki Savi). Savi on vettpidav, mistõttu kaevandamise mõju põhjaveele on vähene ja mäetööd ei ole oluliselt mõjutanud hürdogeoloogilisi ega hüdroloogilisi olusid.

Üldjuhul täidab suletud savikarjääri sademevesi, mingil määral ka sinna juhitud juurdevool.

Vesi mõjutab savise pinnase omadusi. Niiske savi roomab ja pundub surve all ja omaraskuse mõjul nii karjääri seintes kui ka põhjas. Seetõttu võivad muutuda karjääri kontuur ja nõlvade kalded. Võivad ilmneda mudavoolud. Vettinud savist nõlvade püsivus aja jooksul väheneb, mida arvestavalt projekteeritakse nõlvade ja pervede hoidmine ning karjääri korrastamine.

Kambriumi sinisavi karjääri nõlvad on esialgu järsud, kuid pika aja jooksul võivad nad plastse deformatsiooni käigus kujuneda kaldseks (Tabel 5-2 ja Pilt 2.8).

7.2. Savikarjääride tehniline korrastamine

Enno Reinsalu

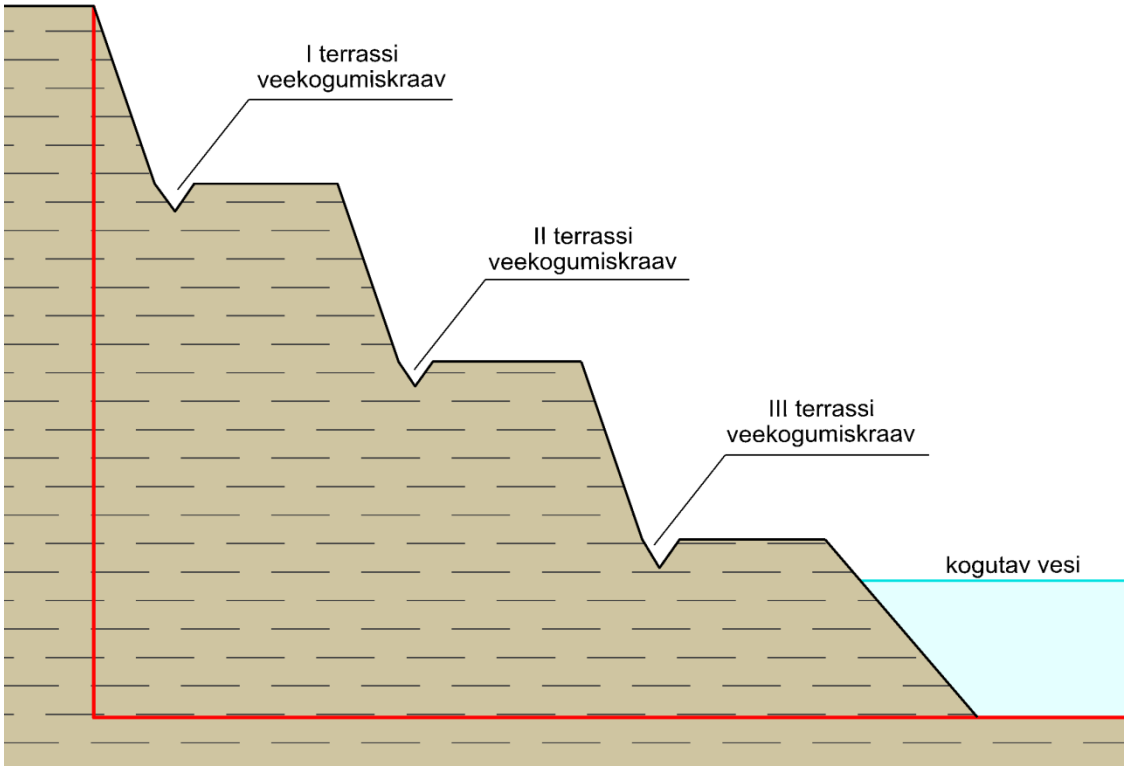
Savi omadused, millest sõltuvad nõlvade püsivus ja kujundamine, on eri maardlates erinevad (võrdle: Pilt 1.8 ja Pilt 2.8). Savi mehaanilised omadused (roomavus,[96] plastsus jt), sõltuvad sellest, millisel ajastul ta settis (Kambriumis, Devonis või Kvaternaaris). Nõlvade püsivus sõltub väga paljust: lasundi paksusest ja karjääri sügavusest, pervele jääva katendi ja sinna paigutatud materjali

96 *Roomavus* – materjali omadus muutumatus pingeseisundis jätkuvalt aeglaselt deformeeruda („Eesti keele seletav sõnaraamat“, 2009). Roomavus on omane savidele, jääle, aga ka enamikule kivimitest, kui neid jälgida väga pika aja jooksul.

koormusest, niiskusrežiimist (sademed, vee ära- ja juurdevool), ajast, kui kaua nõlvad on seisnud jne. Seepärast ei saa olla savikarjääride tehnilise korrastamise üldisi juhiseid, vaid igat objekti tuleb käsitleda individuaalselt ja projektipõhiselt. Erilist tähelepanu nõuavad vahetult klindiastangu all olevad (Aseri, Kunda) savikarjäärid, kus lõunanõlva suhteline kõrgus on paiguti > 30 m.

Tehniline korrastamise projekt või kui seda pole, siis mäetööde projekt ja joonised tuleb koostada ja arvutada karjääri nõlvade, pervede ja põhja geotehniliste uuringute andmete (teimitulemuste) alusel. Nõlvade parameetrid, eriti nende püsivus ajas tuleb määrata pinnasemehaanika arvutuste abil. Läbi arvutada, pigem ruumiliselt modelleerida, tuleb kogu karjääri perimeeter.

Sügavamate karjääride nõlvadele, eriti kui pervede ja põhja püsimine on olulised, on soovitatav kujundada terrassid (Pilt 7.2).



Pilt 7.2. Savikarjääri nõlva kujundamine.

Terrassid ja piki neid kulgevad sademevee kogumiskraavid vähendavad nõlvade lihkeohtu. Kui kõrge on nõlv, mis vajab liigendamist terrassidega ja mitu terrassi peab nõlval olema, sõltub peale eespool loetletud savi püsivusomaduste veel korrastatud karjääri kasutamise otstarbest.

Kui korrastamine kava näeb ette nõlvade püsivuse tagamiseks terrasside rajamise, erosioonitõkete, erimaterjalide ja tarindite paigaldamise, kuulub see tehnilise korrastamise alla, isegi siis, kui mäetööstur tellib töö erialaettevõttelt.

7.3. Savikarjääride järelkasutuse võimalused

Liis Keerberg, Enno Reinsalu

Savikarjääride spetsiifikast tulenevad järelkasutuse võimalused avanevad eelkõige veekogude rajamisel ja püsijäätmete ladestamisel.

Savi pakub tänu veepidavusele soodsa võimaluse rajada karjääri jäätmehoidla, mille projekteerimisel tuleb hoolikalt järgida kõiki jäätmehoidla rajamise nõudeid. Eelmise sajandil kuhjati igasuguseid tööstus- ja olmejäätmeid Kunda tsemenditehase saviauku, prügila suleti ja saneeriti 1996. aastal (Kattel, 2015). Nüüd on olukord kontrolli all (Pilt 7.3).

Pilt 7.3. Kunda saviauku kuhjatud jäätmete nõrgvee mõõtmispunkt.
N 59°31’; E 26°32’33’’
Foto: Enno Reinsalu; 22.03.2007

Jäätmehoidlana on kasutatud ammendatud **Kopli savikarjääri** Tallinnas Paljassaare poolsaarel. Peamiselt on sellesse, ligikaudu 12 ha suurusesse karjääri ladustatud ehitusjäätmeid, aga ka vähesaastunud pinnast. Muu hulgas veeti sinna Kumu süvendist väljatud graptoliitargilliiti. Karjääri hakati aktiivselt täitma maalihke ohu tõttu.[97]

Korrastatuna (Pilt 7.4). on see ala plaanis kasutusele võtta äri- ja tööstusmaa ning virgestusalana (OÜ Adepte Ekspert, 2013).

Pilt 7.4. Kopli savikarjääri rajatud jäätmehoidla ladestusala korrastatult.
Foto: Peeter Koll; 26.04 2017

Ammendunud saviaukudest, mida ei täideta, kujunevad enamasti veekogud (Pilt 2.8, Pilt 7.1). Sõltuvalt karjääri asukohast ja veekogu omadustest on järelkasutuseks mitu võimalust. Aseri ja Kunda merelähedaste savikarjääride põhja tasand on allpool merepinda, mistõttu erilist huvi pakub võimalus kujundada neist sadamad.

97 Põhja-Tallinna halduskogu ettevõtluskomisjoni protokoll nr 28, https://aktal.tallinnlv.ee/dokumendid/Halduskogud/Pohja-Tallinn/Komisjonid/Komisjon_345/2016/Koosolek_7066/etv%2028.pdf

Savikarjääridesse tekkinud veekogusid saab integreerida mitmekesiste võimalustega puhke- ja virgestusalasse, kujundada loodusradadega elupaiku, samuti kasutada veekogusid kalakasvatuseks või tuletõrje veevõtukohana. Savikarjääride kasutamine virgestusalana võib karjääri geomeetriast ja pinnase omadustest tingitult olla keerulisem kui liiva-kruusakarjääride puhul, kuid mitte võimatu.

Puhke- ja virgestusala funktsiooni andmist võiks kindlasti kaaluda tiheasustusalal (linn, alev, küla) või nende lähikonnas asuvatele savikarjääridele, kuna selliste kohtade järele on üldjuhul üsna suur nõudlus ning nende olemasolu vähendab ühtlasi looduslike alade külastuskoormust.

Endisesse **Ilmatsalu savikarjääri** on rajatud kalatiigid, mille vahel lookleb RMK loodusrada ja kõrgub vaatetorn (Pilt 7.5). Siin kohtab nii sportlasi, kepikõndijaid, linnuvaatlejaid, matkajaid kui ka loodusfotograafe. Palju külastavad ala tartlased, kuna Ilmatsalu asub Tartust vaid 8 km kaugusel.

Pilt 7.5. Ilmatsalu kalatiikidest on saanud rändeaegne magnet paljudele veelindudele.
Foto: Liis Keerberg; 18.04.2017

Lääne-Euroopas on näiteid huvitavatest lahendustest, kus on püütud integreerida savikarjääridele omane potentsiaal kahepaiksete elupaigana ning inimasustus.

Šveitsis loodi ühest kunagisest tagasitäidetud savikarjäärist (kaevandatud 1878–1976) **liigirikas elamupiirkond**, millel on ka looduslähedase elurajooni sertifikaat.[98] Loodussäästliku lahenduse üheks oluliseks põhjuseks olid savikarjääri pärandina alale tekkinud väikeveekogud, kus olid elupaiga leidnud konnad ja vesilikud. Haljastuses on kasutatud ümbruskonnale omaseid taimeliike, sealhulgas värvikirevate õitega niidutaimi. Ala niidetakse rohttaimedele sobivate tingimuste säilitamiseks kahel korral – juunis ja sügisel. Hein läheb kohaliku talumehe loomadele. Projekti elluviijad rõhutavad, et teistele liikidele elupaiku loovad lahendused ei piira oluliselt inimeste mugavusi, vaid pigem teeb selline kooseksisteerimise võimalus piirkonna elanikele heameelt.[99]

Maailmas ehk kõige erakordsem näide savikarjääri järelkasutusest on brittide **Eden Project**.[100] Endisesse saviauku on rajatud tipparhitekt Nicholas Grimshaw' kavandatud ebatavalise arhitektuuriga kasvuhoonete kompleks ehk bioomid, milles kasvab sadu taimeliike maailma erineva kliimaga paikadest (Pilt 7.6 ja Pilt 7.7).

Pilt 7.6. Eden Project: endisesse savikarjääri rajatud keskkonnaharidus- ja kultuurikeskus. Foto: Heiki Kalberg; 07.05.2017

98 Vt Šveitsis asuvat savikarjääri rajatud elamupiirkonda: http://www.wengerpartner.ch/pic-baufelder-3-und-5/

99 Vt elamupiirkonna iseloomustust: http://www.kofu-zup.ch/asp/db/pdf/ZUP79-15_umgebungsgruen.pdf

100 Vt videot Edeni projektist: https://www.youtube.com/watch?v=f8unx8-pZxg

Pilt 7.7. Eden Project: kasvuhoone sisevaade, näha on endise karjääri seina.
Foto: Heiki Kalberg; 07.05.2017

Aasta ringi pakutakse koolilastele ja täiskasvanutele haridusprogramme, kohalikku toitu, majutust, toimuvad näitused, kontserdid ja kogupereüritused. Projekti eesmärk on toetada loodusharidust ja sellealaseid uurimusi, näidata ununema hakanud seoseid inimese ja looduse vahel.[101]

Toodud näide on väga erandlik savikarjääri kasutusviis, mis eeldab karjääri tulevase kasutuse kõikide mõjutegurite (vt peatükki Korrastamise kontseptuaalsed alused) põhjalikku analüüsi.

101 Vt Edeni projekti ülevaadet: http://www.edenproject.com/sites/default/files/documents/PB017-15-Annual-Report-2014-2015.pdf

7.4. Savikarjääride bioloogiline korrastamine

Liis Keerberg, Üllar Rammul, Uudo Timm

Bioloogilise korrastamise võtted sõltuvad esmajoones sellest, kas savikarjääri kujuneb üks sügav veekogu, rajatakse mitu erineva sügavusega veekogu või karjäär hoopis täidetakse (jäätmetega), kaetakse pinnasega ning taimestatakse järelkasutuse vajadust mööda. Niiskemates tingimustes toimub looduslik taimestumine üsna edukalt ning sellele ei ole üldjuhul vajadust kaasa aidata.

7.4.1. Savikarjääride taimestiku looduslik kujunemine

Savikarjääride looduslikul taimestumisel kujunevad üldjuhul sarnased kooslused savikate liivakarjääridega. Nõlvadel domineerib 2-3 aastat paiseleht (*Tussilago farfara*) ning seejärel asendub toitainerikast keskkonda vajavate püsikutega, nagu kõrvenõges (*Urtica dioica*), harilik moorputk (*Pastinaca sativa*), tara-seatapp (*Calystegia sepium*), harilik puju (*Artemisia vulgaris*) jt (Gilcher & Bruns, 1999). Niiskemates tingimustes leidub angervaksa, pilliroogu ja jäneskastikut. Kaitsealustest liikidest võib savikarjäärides kohata kahkjaspunast sõrmkäppa, soo-neiuvaipa (*Epipactis palustris*), laialehist neiuvaipa (*Epipactis helleboine*), harilikku sookolda (*Lycopodiella inundata*), ohakasoomukat (*Orobanche pallidiflora*) ja lodukannikest (*Viola uliginosa*).

Savikarjääride veekogude taimestik sarnaneb liiva- ja kruusakarjääride omaga. Neis domineerivad üksikud võsunditega paljunevad liigid nagu alss (*Eleocharis*), soo-osi (*Equisetum palustre*), valge kastehein (*Agrostis stolonifera*), tarnad (eriti põistarn (*Carex vesicaria*)) ja pilliroog (*Phragmites australis*). Vähesemal määral, kuid püsivalt esineb hundinuiasid (*Typha*) ja jõgitakjaid (*Sparganium*). (Gilcher & Bruns, 1999)

Kaitsealustest veetaimedest on Kolgaküla savikarjääri tiigis leitud väikest vesiroosi (*Nymphaea candida*).[102] Puuliikidest võib savikarjäärides kasvada näiteks hall lepp, kase- ja pajuliigid ning mänd.

102 Vt liikide infot keskkonnaregistrist: http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main#HTTP1MWKyneYtSlmNVWPFJ4AhObi8K6Xa0

Taimestiku arengu kiirus ja liikide koosseis sõltub loodusliku taastumise puhul savi tüübist, karjääri pindalast ja veerežiimist. Samuti sellest, millised elupaigad on alal olnud enne karjääri rajamist. Kui elupaiku ja liike on olnud vähe, siis ei kujune liigirikast taimestikku tõenäoliselt ka hiljem. Savine pinnas võrreldes näiteks karbonaatse moreeniga sobibki kasvamiseks vähesematele liikidele.

Kuna savi kaevandamine kestab üldjuhul üsna pikka aega, tekib võimalus jälgida, kuidas ammendunud karjääriosades taimestumise protsess kulgeb (Pilt 7.8). Kui see liigub soovitud suunas, võib jätta taimestiku looduslikule taastumisele. Enne tuleks siiski teha tehnilise korrastamise tööd.

Pilt 7.8. Mereäärse savikarjääri vanem, ammendatud osa on kattunud soostunud niidule omase taimestikuga ning võsastub halli lepa ja pajudega.
Foto: Toomas Kukk; 26.05.2016

7.4.2. Savikarjääride taimestamine

Savikarjääridesse kujunevate veekogude kaldad taimestuvad üsna edukalt looduslikul teel. Samas võib savikarjäärides tekkida kohati ka ekstreemsemaid olusid (Pilt 7.9).

Pilt 7.9. Mereäärse savikarjääri platoodel vahelduvad liigniisked tingimused põuaga, kuid on liike, kes suudavad kasvada ka sellistes ekstreemsetes tingimustes. Pildil on näha laiuva nadaheina (*Puccinellia distans*) puhmikuid.
Foto: Toomas Kukk; 26.05.2016

Sellistes tingimustes võiks taimestiku arengut toetav substraat olla nii niiskust talletav kui ka stabiilsust tagav ning piisava paksusega, et võimaldada taimele normaalset juurdumist ja tulla toime erosiooniga (Heikkinen *et al.*, 2008).[103]

Kui peaks tekkima tarvidus haljastada savikarjääri nõlvu, tuleb teada, et nõlvade loodusliku haljastumise protsess võib võtta kauem aega ning selle vältel võib karjääri nõlvadel tekkida erosioon. Puittaimi ei soovitata savikarjääride nõlvade haljastamisel kasutada, sest kasvades hakkavad need nõlva stabiilsust ohustama ning võivad ümber kukkudes pinnast lahti rebida (Kattel, 2015).

Puittaimi ei ole soovitatav savikarjääride nõlvade haljastamisel kasutada.

103 Käsiraamat „Mine Closure Handbook“, http://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/ej_074.pdf

Mulla stabiliseerimiseks nõlvadel soovitatakse kasutada heintaimi (kõrrelisi). Kõrrelised on ühtlasi vastupidavad põuale ja kliimastressile üldiselt ning suudavad kasvada ka vähese mullaviljakusega aladel. Nende juured pidurdavad erosiooni, kattes maapinna tiheda vaibana, tootes nii orgaanilist mullakihti ja hoides mulla niiskust. Kõrrelisi kasutatakse ka umbrohtude ja soovimatute taimede väljatõrjujatena. Nende miinuseks on see, et nad konkureerivad ka paljude soovitud taimedega, eriti puittaimedega nende algses kasvufaasis (Uustal, 2008).

7.4.3. Sihtliikide elupaigad savikarjäärides

Savikarjäärides looduslikult kujunevad taimekooslused ei ole nii tähelepanuväärsed kui neile aladele asuvad loomaliigid (Gilcher & Bruns, 1999).

Savikarjääride loomaökoloogilist väärtust tõstab peamiselt erinevate tingimustega elupaigalaikude vaheldumine (nt erineva sügavuse ja suurusega veekogud), samuti vähene häirimine. Pilt 7.10. kujutab endisesse savikarjääri kujunenud maastikuelemente – eri liikidele sobilikke elupaiku.

Pilt 7.10. Sihtliikide elupaigad savikarjääris.
Foto: Liis Keerberg

Eripäraseid elupaiku pakuvad eelkõige väikeveekogud (Pilt 7.11), mis sobivad sigimiseks kahepaiksetele, nagu rohu- ja rabakonn, harilik kärnkonn, tiigi- ja veekonn ning vesilikud.

Pilt 7.11. Savikarjäärist kujunenud väikeveekogu Raplas.
Foto: Peeter Koll; 30.09.2016

Kõik kahepaikseliigid on Eestis on kaitse all, mistõttu tuleks enne korrastamistingimuste andmist teha väikeveekogudega savikarjäärides vee-elustiku inventuur.

Väikeveekogud kujunevad töötavates karjäärides tihtipeale ise, sest kaevandamise ajal tekkinud pinnase ebatasasusi harilikult ei siluta ja vettpidava substraadiga lohkudesse koguneb sademe-, pinna- või allikavesi (Gilcher & Bruns, 1999). Ka sügavad veega täitunud rattaröopad võivad olla näiteks kahepaiksetele sobivateks kudemisveekogudeks (Becker-Platen, 1993).

Kui savikarjääri väikeveekogusid rajatakse, võiksid need paikneda eelistatult päikesele avatud kohtades, mis on kaitstud tuule eest ja kus pole toitainete ning pestitsiidide vettesattumise ohtu. Samas tuleb jälgida, et veekogude läheduses poleks varisemisohtlikke nõlvu või heitlehiseid puid ja rohttaimi, mille surnud osad võivad veekogu aineringet ja seisundit mõjutada (Gilcher & Bruns, 1999).

Kahepaiksete sigimisveekogus ei tohi olla kalu ega ühendust kaladega asustatud veekogudega, kuna kalad söövad kahepaiksete järelkasvu ära.

Näiteid savikarjääridest, mis on kujundatud kahepaiksetele sobivaks elupaigaks, leidub Saksamaal. Üheks selliseks on 14 ha pindalaga **Gloni savikarjäär**, kus kaevandamine lõppes 1986. aastal. Pärast kaevandamist oli ala taimestumata, lage, väikeste veekogudega. Tänu mitmekesisele linnustikule otsustati koht kaitse alla võtta ning elupaiku veel sobivamaks muuta. Avatud päikeselisele alale rajati uusi väiksemaid tiike, mis kiiresti soojenevad, pakkudes kiilidele ja kahepaiksetele soodsaid sigimispaiku. Avamaastiku säilimist toetab karjatamine.[104]

Kahepaiksete elupaigaks on kujundatud ka **Weitefeldi karjäär**. Esmalt peatati saviaugu tagasitäitmine ja paiguti süvendati uuesti, järsud nõlvad muudeti laugemaks, olemasoleva tiigi kallastelt eemaldati puid ja põõsaid, samuti puistangutelt sinna tekkinud taimestik ning avatud päikeselisele alale rajati uusi väiksemaid tiike. Tulemuseks oli elupaik 12 konna- ja vesilikuliigile, kiilidele, liblikatele ja lindudele.[105]

Haruldasematest kahepaikseliikidest on savine pinnas sobilik II kaitsekategooriasse kuuluvale harivesilikule, keda leidub paiguti ka liivakarjääride väikeveekogudes. Kuna liivakarjääre on Eestis võrreldes saviaukudega palju enam, on soovitused harivesilikule sobilike kudemisveekogude loomiseks antud liiva- ja kruusakarjääride bioloogilise korrastamise peatükis (vt Harivesilik).

Väikeveekogud on kahepaiksete kõrval elupaigaks veeselgrootutele (kiilid, ujurid), kelle hulgas esineb ka ohustatud liike. Veekogude kohal ja kaldaaladel võivad putukatest toituda nahkhiired ning suuremad savikarjääride veekogud on sobivaks elupaigaks kaladele. Kaldataimestikuga püsiveekogud võimaldavad pesitseda vee- ja roostikulindudel, puude ja põõsaste olemasolul leiavad elupaiku ka neid eluks vajavad linnuliigid (Pilt 7.12).

104 Vt Glonii savikarjääri projekti kohta täpsemalt: http://www.naturschaetze.lpv-aichach-friedberg.de/aus-2-hand/die-ehemalige-tongrube-in-glon.html

105 Vt Weitefeldi karjääri kohta täpsemalt: http://www.imerys.com/scopi/group/imeryscom/imeryscom.nsf/pagesref/IBIS-8FEMY3?OpenDocument&Lang=EN

Pilt 7.12. Ilmatsalu endisesse savikarjääri rajatud kalatiikide ääres on pesitsenud vähearvukas värvuline sinirind.
Foto: Liis Keerberg; 05.05.2016

8. PAEKARJÄÄRIDE KORRASTAMINE[106]

8.1. Paemaardlate olud ja tingimused

Enno Reinsalu

Paekivi – lubja- ja dolokivi ning kohati ka mergel on tavamaavarad, mida maarahvas on aegade jooksul võtnud kas oma talu või küla kivimurrust. Mõned iidsed kivimurrud on laienenud tänapäevasteks karjäärideks. Pahatihti on vanadesse, hüljatud ja isegi korrastamist ootavatesse kivimurdudesse heidetud igasuguseid jäätmeid. Karstunud paekihtides võib jäätmetest levinud reostus olla jõudnud kaugele ja sügavale. Sellega tuleb arvestada seisnud ja seiskunud paekarjääride korrastamisel.

Korrastatavate paemaardlate olud sõltuvad maardla tüübist, mille määrab geograafiline asukoht ja geoloogiline keskkond. Suuremad paemaardlad on lavamaardlad (vt peatükki Paekivi levilad ja maardlad). Lisaks lavamaardlatele on ka kehamaardlaid.[107] Erinevalt lavamaardlast võib üksiku kehamaardla maavaravaru olla piiratud. Kehamaardla oli Jaagarahu ammendatud tehnilise lubjakivi maardla lademe biohermist[108] kõvik.[109] Maardlate levikust annab ülevaate Pilt 1.18.

Omaette nähtus olid ajaloolised kallasmurrud klindi pervel (Pilt 2.11). Tallinna Sikupilli asum paikneb ajaloolises kallasmurrus (Pilt 9.4, ülemine).

Lubja- ja dolokivi on kaljused kivimid, mistõttu on nende raimamine (vt peatükki Mäetöö ja kaevandamine) energiamahukas. Kui keskkonnaolud võimaldavad, raimatakse kivi lõhkamisega (vt peatükki Tehnoloogilised protsessid). Siis jäävad

106 Autorite nimed on toodud alapeatükkide juures.

107 *Kehamaardla* – tugevamast paekivist koosnevad, ümbritsevast maast kõrgemale kerkivad pinnavormid, kõvikud.

108 *Bioherm* – kinnituva eluviisiga organismide skelettidest kujunenud enamasti kuhikjas fossiilne rifimoodustis.

109 *Kõvik* – ümbrusega võrreldes vastupidavamaist, kõvemaist kivimeist koosnev positiivne pinnavorm, nt Vasalemma kõvik.

kaljusse murtud kaevandi küljed (nõlvad) püstsed (vt Tabel 5-2). Karjääri perved (vt Pilt 5.9) võivad olla ja näida tasased, kuid neis on lõhketöö mõjul avardunud tektoonilisi lõhesid, mis aja jooksul ja jäätuva vee toimel laienevad, kuni nõlv piki lõhe pinda variseb ja muutub püstseks seinaks (Pilt 1.3). Tiheasumite läheduses raimatakse kivi sageli mehaaniliselt ja kujundatakse järsud püsivad nõlvad (Pilt 5.9).

Paasi väljatakse harilikult allpool põhjavee taset, vähesed erandid välja arvatud.

Kaevandamise ajal nõuab allpool põhjavee taset kaevandamine kas kaevandusvee ärastamist (väljapumpamist) või veealust väljamist. Mäetöö peatamisel ja lõpetamisel tekib sel juhul karjääri veekogu. Ainult kallasmurrud, mida tänapäeval enam ei kohta, on isevoolselt kuivad.

Karjääri- ja põhjavee seos sõltub kivimite karstumisest ja raimamise meetodist. Karstunud kivimites (kivimite filtratsioonikoefitsient > 50 m/d, vt peatükki Hüdro(geo)loogilised tingimused) on karjäärist väljapumbatava vee kogus suur ja mäetöö seiskudes täitub kaevand kiiresti. Karstumus soodustab ka reoainete levimist karjäärist põhjavette. Kivimite veejuhtivust suurendas ka endisaegne lõhketöö, kui suuri laenguid lõhati ühekorraga. See võis lõhkuda looduslikke veepidemeid nii karjääri põhja kui ka pervede all.

Kõige sellega tuleb arvestada nii karjääri kuivendava kui ka reostava mõju hindamisel.

8.2. Paekarjääride tehniline korrastamine

Ole Sein, Enno Reinsalu, Arvi Toomik

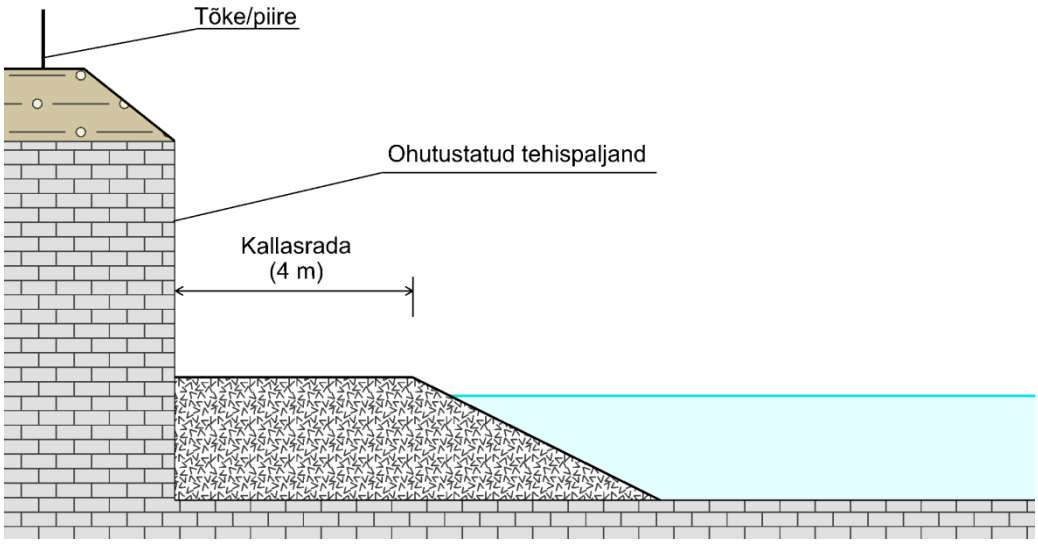
Paekivi (lubja- ja dolokivide ning mergli) karjääride tehnilise korrastamise valdava osa moodustavad järskude ja püstsete nõlvade (Tabel 5-2) ohutustamine. Maapinna tasapinnaline täitmine ja puistangute tasandamine on igapäevase mäetöö tüüpilised osad. Üldist tehnilist korrastamist on käsitletud peatükis Ehitusmaavarakarjääride tehniline korrastamine.

Kuiva karjääri puhul, mille kattekihi paksus on üle 0,5 m, soovitatakse juba enne kaevandamist valida teenindusmaa nõnda, et oleks võimalik kao minimeerimine (Pilt 5.14). Nõlv tuleb kujundada kasutatava materjali omaduste järgi ning bioloogilise korrastamise puhul katta ka vähemalt 0,2...0,3 m paksuse, taimede kasvuks sobiva kattekihiga. Materjali olemasolu korral võib nõlva täita vett väheläbilaskva materjaliga, mis hakkab tööle veetõkkena, piirates suletud perimeetrilt oluliselt põhjavee juurdevoolu karjääri, mis vähendab kulutusi veekõrvaldusele.

Vertikaalsete nõlvade laugeks kujundamine on kõige mahukam töö karbonaatkivimite karjääride korrastamisel (Pilt 8.3). Juhul kui kokku kogutud katendit ja turustamata jäävat laojääki on piisavalt, tuleb valdav osa nõlvu kujundada kaldseteks, arvestades kasutatava materjali püsivusomadusi.

Põhjendatud juhtudel võib objektipõhiselt jätta ka lubjakivikarjääri nõlvad püstseks ja piireteta.

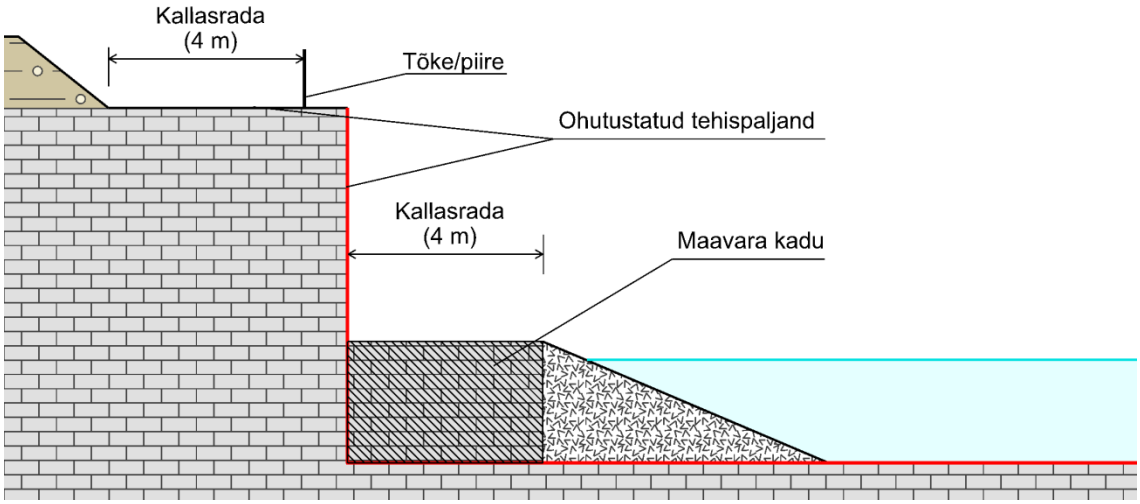
Geoloogiliselt huvitavates, stabiilsetes ja iseloomulikes kohtades võib kaaluda tehispaljandite jätmise võimalust. Tehispaljandi korral tuleb vajaduse korral astangu ülemine serv tõkestada pinnasvalli, kivide või mõne muu piirdega. Astang tuleb puhastada ripetest, eriti oluline on see juhul, kui inimestel on võimalik pääseda ligi ka astangu jalamile. Tehispaljandi jätmisel veekogu äärde tuleb kogu veekogu perimeetrile rajada laugeid nõlvu, mida on inimestel ja loomadel võimalik vette kukkumise korral kasutada väljapääsuna (Pilt 8.1).



Pilt 8.1. Nõlvaaluse kallasrajaga nõlva korrastamise võimalus madala veetasemega lubjakivikarjääris.

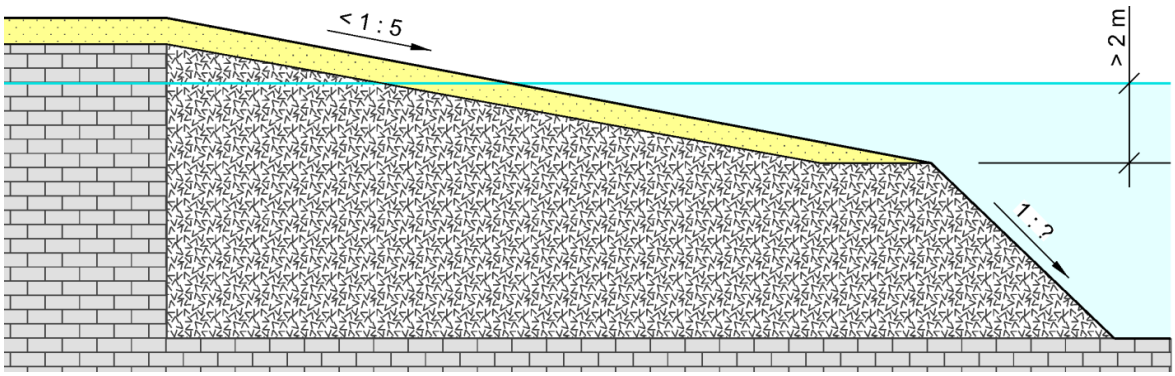
Ligipääs nõlvaaluse kallasrajale on võimalik tagada aladelt, kus astang pole eriti kõrge, või rajada kaldne kallasrada (ramp) piki tasandatud nõlva osa. Nõlva peal lasuv enam kui 0,5 m paksune katendi kiht tuleb kujundada nõnda, et oleks välistatud selle varisemine kallasrajale. Selleks võib paeastangu serva näiteks kuni 0,5 m ulatusest täielikult paljandada.

Kui kattepinnase paksus astangu lael on vähene või teenindusmaal on piisavalt ruumi, on otstarbekas kaaluda ka paljandatud kivipinnasest ülemise kallasraja jätmine. Paljandatud pinna laius peab olema piisav, et tagada piirde rajamine ja ohutu liikumine (arvestada tuleb ka lõhede ja pragudega). Juhul kui nõlvade moodustamiseks materjali napib, võib kaaluda ka maavara varust tervikute jätmist. Sellisel juhul on võimalik paljandatud kihi pind jätta ka astangu jalamiks (vt Pilt 8.2).



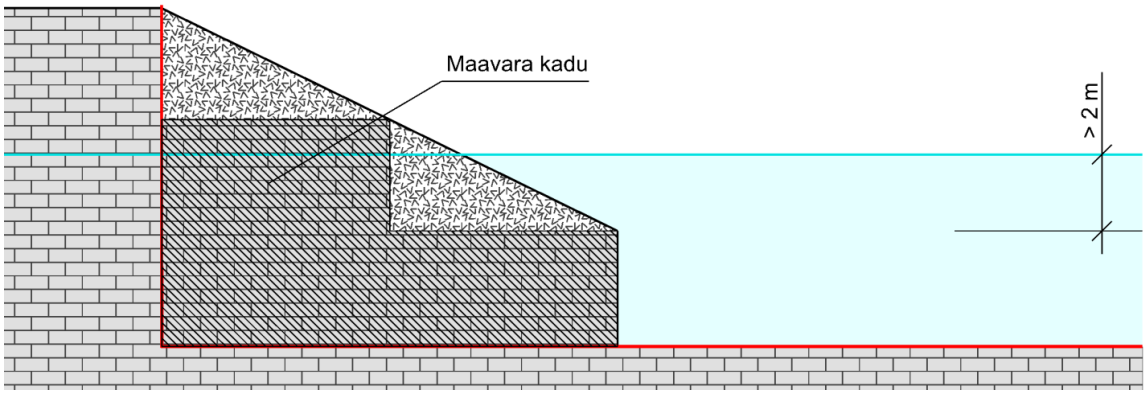
Pilt 8.2. Nõlva kujundamise võimalus olukorras, kus täitepinnase maht on piiratud.

Veekoguks kujundatava paekarjääri korrastamisel on töömahu vähendamiseks mitu võimalust. Rannaala kujundamisel tuleb lähtuda selle üldistest nõuetest (nõlvus, sügavus, pinnas), kuid alates sügavusest, kus jalad enam põhja ei ulatu (ohutuse mõttes -2 m minimaalsest veetasemest), võib nõlv olla järsem (Pilt 8.3).

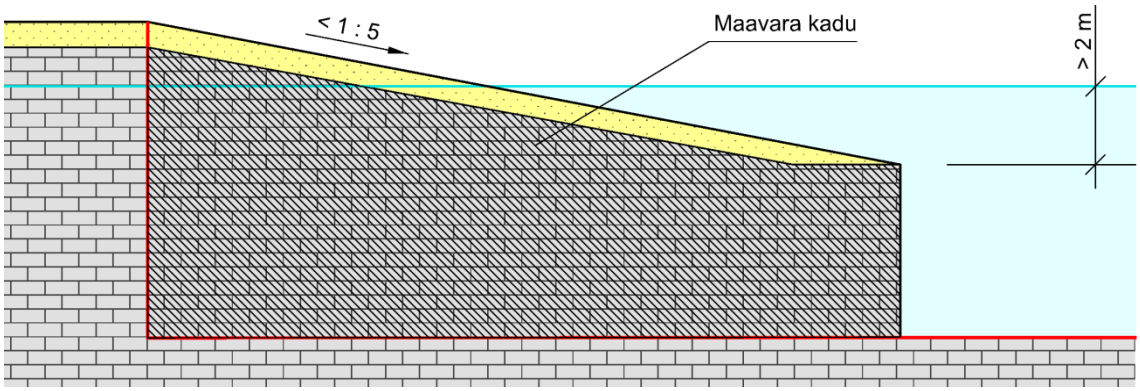


Pilt 8.3. Täite läbilõige paekarjääri rannaala kujundamisel.

Juhul kui nõlvade moodustamiseks pole piisavalt materjali või tööde tegemine on vana karjääri puhul liialt kulukas, kuid järsakute jätmine ei ole ohutuse tagamiseks võimalik, võib kaaluda võimalust jätta lubjakivist vaheastangud. Aktiivsele mäeeraldise astangute jätmisel tuleb arvestada eesmärgist lähtuva kaoga (Pilt 8.4 ja Pilt 8.5). Mahajäetud karjääriala nõlvade laiendamisel väljapoole kunagisi piire tuleb tööd korraldada sarnaselt kaevandamisega (lõhketööd, hüdrovasar jne).



Pilt 8.4. Täitmismahu vähendamise skeem.



Pilt 8.5. Rannaala kujundamine ilma tagasitäiteta.

Pilt 5.14, Pilt 8.2, Pilt 8.4 ja Pilt 8.5 on skemaatiliselt näidatud maavara kadu, mida ei tuleks lugeda maavara raiskamiseks, vaid see on maavara kasutamine. Mõistlik oleks see kaevandatavast varust välja arvata.

Ohutud veealused astangud lisavad atraktiivsust veekogu kasutamiseks hobisukeldumiseks, pakkudes huvitavat ja muutlikku reljeefi.

Maapinna täitmist (välja arvatud nõlvad) on vaja erandjuhtudel (ehituskõlbliku maa loomine, inertsete jäätmete ladustamine jms), mistõttu tuleb sellised tegevused kavandada erilahendustena, lähtudes konkreetsest eesmärgist. Ehitusaluse maa loomisel tuleb tagada pinnase stabiilsus ja kandevõime. Olukordades, kus karjääris on pärast kaevandamist üle jäävat pinnast rohkem kui nõlvade ohutustamiseks vajalik, tuleb veekogu moodustamisel kaaluda saar(t)e rajamise võimalust. Kuiva karjääri puhul tuleks kaaluda loodusesse sobiva pinnavormi loomist.

8.3. Paekarjääride järelkasutuse võimalused

Liis Keerberg, Enno Reinsalu

Karjääride järelkasutuse võimalused sõltuvad peamiselt ala suurusest, asukohast, karjääri ning sinna kujunenud veekogude sügavusest, liigendatusest ja pindalast.

Enamikus Eesti paekarjääridest toimub praeguseni aktiivne kaevandamistegevus, kaevandamislube pikendatakse ja seetõttu on näiteid kohalikest nüüdisaegselt korrastatud karbonaatkivimite karjääridest napilt (Bachmann, 2007).

Sellegipoolest on paemurde, mis on pärast kaevandamist looduslikult taastunud või muul otstarbel kasutusele võetud. Vanadesse paemurdudesse on rajatud elamurajoone Tallinnas Lasnamäel Sikupilli, Kuristiku, Priisle ja Seli piirkonnas (Pilt 9.4). Ka Toompeal ja Paide kesklinnas on maju ehitatud kunagistesse kivimurdudesse (Reinsalu, 2007).

Tallinna ajalooline **Lasnamäe paemurd** (Lõunamurd) tegutses ehituslubjakivimaardlana eelmise sajandi seitsmekümnendate aastateni (Pilt 8.6). Murd suleti, sest hakati rajama Lasnamäe elamurajooni ja Laagna teed. Karjäär täitus veega ja seisis korrastamata nelikümmend aastat, kuni see elamurajooni tarbeks korrastati (Pilt 8.7). Vaata ka Pilt 5.1 (pildistatud vastaskaldalt).

Pilt 8.6. Tallinna Polütehnilise Instituudi mäetudengid Lasnamäe paemurrus 1956. aastal.
Foto: Enno Reinsalu; 1956

Pilt 8.7. Sama koht korrastatuna kuuskümmend aastat hiljem.
N 59°26’1,3’’; E 24°48’2,3’’
Foto: Enno Reinsalu; 04.04.2014

Tiheasustusalal või selle lähedal asuvatele paekarjääridele, millesse kujunevad pärast kaevandamist veekogud, on soovitatav kaaluda teha puhkeala. Selliseid virgestusalasid kasutatakse meelsasti ja nende olemasolu vähendab kaugemate looduslike alade külastuskoormust.

Vasalemma aleviku lähistel on **krossirada** rajatud Rallikrossi karjäärijärve ümber. Ettevalmistatud valgustamata suusarajad on Tibula, Tööstuse tänava ja Autobaasi karjäärijärve ümber (Vasalemma vallavalitsus, 2011). Viimaste puhkeotstarbeline kasutus on pigem ise kujunenud kui suunatud, mistõttu inimeste ja loomade ohutus ei pruugi olla seal viibides tagatud.

Pilt 8.8. Rummu karjäärijärv.
N 59°13’39’’; E 24°11’49’’
Foto: Peeter Koll; 30.09.2016

Unikaalseks turismimagnetiks on saanud 2012. aastal osaliselt korrastatuks tunnistatud **Rummu paekarjäär** (Pilt 8.8). Karjääri kujunenud järvel on lubjatoitelisele veekogule iseloomulik läbipaistvus, mis annab huvitavaid sportimise ja vaba aja veetmise võimalusi. Rummus tegutseb seikluskeskus veespordi- ja sukeldumisvõimalustega, samuti mitmesuguseid teenuseid (sukeldumine, konverentsiturism, suvepäevad, toitlustus jm) pakkuv Paekalda puhkekeskus. Karjäär on arvatud Riigimetsa Majandamise Keskuse kogu Eestit läbiva matkaraja üheks huviväärsuseks. Vaata ka peatükki Karjääride kasutamine sündmuste korraldamiseks. Samas tuleb Rummu karjääri puhul märkida, et lammutamata hoonete varemed kujutavad suplejatele tõsist ohtu, põhjustavad

vigastusi inimestele, kes on loata kinnistule sisenenud, ja väljakutseid päästekeskusele (Saik, 2016).

Mõnedesse paemurdudesse on tehtud temaatilised geo- või lubjapargid. Näiteks on **Tamsalusse** loodud lubja tootmise ajalugu tutvustav vabaõhumuuseum ehk **lubjapark** (Pilt 8.9, Pilt 8.10). Alal võib näha varemetes tööstusrajatisi, lubjapõletusahjusid, vana paemurdu, looduslikult taimestunud tuhapuistangut ja metsa ning liikuda neid ühendavatel loodus- ja pärandkultuuri õpperadadel. Tamsalu lubjapargi kohta vaata ka peatükki Karjääride looduse ja tööstuspärandi tutvustamine, karjääride kasutamine õppetöös.

Pilt 8.9. Näidispaemurd Tamsalu lubjapargis rajamise ajal.
N 59°9’44’’; E 26°5’28’’
Foto: Eino Tomberg, mäeinsener, pargi loomise initsiaator

Pilt 8.10. Näidispaemurd Tamsalu lubjapargis kümme aastat pärast rajamist.
Foto: Üllar Rammul; 07.10.2016

Ülaltoodud näide juhib ühtlasi, paraku negatiivses võtmes, tähelepanu vajadusele arvestada korrastamislahendi kestlikkuse ja korrastatud objekti hooldusega.

Saaremaal on Saarte Geopargi vaatamisväärsuste hulka arvatud Kaarma ning Tagavere karjäär.[110]

Riigikaitselisel otstarbel saab paekarjääre kasutada laskeharjutusteks. Saaremaal kasutatakse sõjaliseks väljaõppeks näiteks Koguva karjääri ammendatud osa (vt peatükki Karjääride korrastamine riigikaitse otstarbeks).

Mitmekesisemaid korrastamisvõtteid ning polüfunktsionaalseid lahendusi võiks kindlasti kasutada suuremates karjäärides ja erivanuseliste lähestikku paiknevate karjääride võrgustikes.

Eestis on integreeritud järelkasutuse näiteks Rakke paekarjäär, kuhu on lisaks õppepaljandile ja puhkeveekogule kavandatud lindude pesitsusalad (vt peatükki Sihtliikide elupaigad paekarjäärides).

110 Vt Saarte Geopargi kohta: http://www.saartegeopark.ee

Üheks lubjakivikarjääride korrastamise looduskaitseliseks suunaks võib olla nende kujunemine või kujundamine alvariteks ehk loopealseteks (Pilt 5.36). Loopealsete pindala on meil 70 aastaga vähenenud u 30 000 hektari võrra (Helm, 2011)[111] ning nende säilitamine ja taastamine aktuaalne. (Vt täpsemalt peatükke Rohumaaks korrastamine, Poollooduslikud kooslused).

Pilt 8.11. Spontaanselt taastunud lookooslus hüljatud Lõetsa paemurrus Muhu saarel.
Foto: Aveliina Helm; 05.05.2008

Maailmas on paekarjääre kasutatud mitmesugustel eemärkidel. Endisesse karjääri on rajatud rikkalike veealuste atraktsioonidega sukeldumiskeskus, rallirada ja tuulepark, botaanikaaed ja amfiteater muusikaürituste korraldamiseks (Pearman, 2009). Amfiteater on loodud näiteks Lääne-Austraalias vanasse paemurdu vabaõhuürituste pidamiseks (nt kontserdid, teatrietendused, pulmad, ettevõtete peod).[112]

111 Juhend „Loopealsete ja kadastike hoolduskava“, https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/public/PLK/Lisa_2_Loopealsete_ja_kadastike_hoolduskava_2011.pdf

112 Vt pilte amfiteatrist Austraalias: http://www.abc.net.au/news/2016-01-25/unearthing-perth-quarry-amphitheatre-history/7112450

Põhja-Iirimaal asuv **Magheramorne karjäär** on tuntuks saanud seriaali „Troonide mäng“ võttekohana, mille vastu on juba praegu suur turistide huvi ning millest hiljem kavatsetakse luua filmiga seotud teemapark.[113] Filmivõtete kohana („Titaanide heitlus“, „Pöidlaküüdi reisijuht Galaktikas“ jt) on tuntud ka Inglismaal **Trefili** lähedal asuv ligi 90 ha paekarjäär.[114]

Kesk-Rootsis asuv endine **Dalhalla karjäär** on kasutusel populaarse suveteatrina, mis mahutab mitu tuhat külastajat ja kus korraldatakse kontserte popmuusikast ooperifestivalini. Dalhalla on kuulus oma imetlusväärse akustika poolest.[115]

8.4. Paekarjääride bioloogiline korrastamine

Liis Keerberg, Uudo Timm

Paekarjääride bioloogilisel korrastamisel on võimaluse korral soovitatav loobuda maa viljakuse taastamist toetavatest võtetest (nt kasvukihi ja väetiste kasutamine) ning lasta taimestikul looduslikult taastuda. Selline lähenemine toetab näiteks lubjarikaste avakoosluste taimeliikidest kaitsealuseid käpalisi, kes pinnase kamardumisel kõrrelistega konkureerides alla jäävad, aga ka paljusid teisi lubjalembeseid taimeliike, kes on kohastunud toitainevaeste tingimustega (vt peatükki Bioloogilise korrastamise eeldused).

8.4.1. Paekarjääride taimestiku looduslik kujunemine

Ehitusmaavarakarjääridest on paekarjäärid kõige liigirikkama taimestikuga. Nii on Eesti ühes suurimas, koos teenindusmaaga u 400 hektarilise pindalaga Aru-

113 Vt uudist Magheramorne karjääri kohta: http://www.quarrymagazine.com/Article.aspx?id=6538&h=Quarry-gains-international-fame-through-TV-show

114 Vt uudist Trefili karjääri kasutamise kohta filmivõteteks: http://www.mining.com/quarry-used-for-dr-who-set-is-for-sale-14967/

115 Vt Dalhalla karjääri kasutamise kohta muusikaürituseks: https://www.operanews.com/operanews/issue/article.aspx?id=1152

Lõuna lubjakivikarjääris registreeritud botaanilisel inventuuril 269 liiki soontaimi (Kukk & Kull, 2017).

Kui kaalutakse, kas jätta ala looduslikule taastumisele, tuleb hinnata seemnete leviku võimalusi ja pinnase omadusi. Alal, kus substraadiks on lubjakivirähk, on väiksem tõenäosus, et sinna levinud seemned erodeeruvad või uuesti tuulega minema puhutakse. Lisaks on sellisel alal taimede kasvuks soodsam niiskusrežiim. Samas võib liigirikas kooslus tekkida ka karjäärides, kus substraadiks on paeplaat ning tingimused seetõttu palju raskemad. Seda seetõttu, et suure stressi tingimustes taimed hoopis soodustavad üksteise ellujäämust (Tomingas, 2015).[116]

Pilt 8.12. Aru-Lõuna paekarjääri ammendatud põhjale kujunenud taimestik sõltub pinnakatte paksusest – paeplaadid on heal juhul üksnes sammaldunud, puittaimed kasvavad paelõhedel. Foto: Toomas Kukk; 06.09.2016

Paekarjääridesse looduslikul teel levivatest rohttaimedest on Eestis sagedased arujumikas (*Centaurea jacea*), harilik ussikeel (*Echium vulgare*), metsmaasikas (*Fragaria vesca*), harilik lutsern (*Medicago lupulina*), lapik nurmikas (*Poa compressa*), raudrohi (*Achillea millefolium*), harilik koldrohi (*Anthyllis vulneraria*),

116 Katre Tomingase magistritöö: http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/47351/tomingas.pdf

liht-naistepuna (*Hypericum perforatum*), võilill (*Taraxacum* sp.), punane ristik (*Trifolium pratense*), harilik härjasilm (*Leucanthemum vulgare*), valge mesikas (*Melilotus albus*), hiirehernes (*Vicia cracca*), harilik puju (*Artemisia vulgaris*), valge madar (*Galium album*), sügisene seanupp (*Leontodon autumnalis*), kerahein (*Dactylis glomerata)*, ahtalehine põdrakanep (*Epilobium angustifolium*), punane aruhein (*Festuca rubra*), harilik karutubakas (*Pilosella officinarum*) ja paiseleht (*Tussilago farfara*) (Uustal, 2011).

Tasandatud karjäärinõlvad ja tõkkevall (kui pole valli ehitamiseks kasutatud lubjakivi sõelmeid) haljastuvad looduslikult 2...3 aastaga. Esimeste liikidena ilmuvad lubjakivikarjääridesse tavaliselt paiseleht, harilik hiirehernes, aas-seahernes, raudrohi ja osjad. Mõne aasta pärast lisanduvad nurmikad, metsmaasikad, kasteheinad, ohakad jt. Sarnaselt haljastub ka ülejäänud teenindusmaa vallist väljaspool (OÜ Viru Mäebüroo, 2010).

Kaitsealustest liikidest võib paekarjääride vanematel puistangualadel kasvada hall käpp (*Orchis militaris,* Pilt 8.13), puistangutele kasvanud metsades võib esineda laialehist neiuvaipa (*Epipactis helleborine*), karjääri põhja niiskemates laikudes kahkjaspunast sõrmkäppa (*Dactylorhiza incarnata*) ning soo-neiuvaipa (*Epipactis palustris*). Lubjakivikarjäärid on tähtis kasvukoht kaitsealusele Euroopa endeemile, madalale uniloogale (*Sisymbrium supinum*) (Pilt 8.14). Taim vajab avatud, hõreda taimestikuga karbonaatset pinnast, kus soovitatavalt on ka toorhuumuslik või turvastunud mullakiht. Seetõttu tunneb see üheaastane liik ennast eriti hästi karjäärialadel, iseäranis seal, kus mullakiht on segunenud lubjakivitükkidega. Madala unilooga kaitseks ei tohiks tema leiukohti puistangualadel katta muru või puittaimedega. Taimestumata laikude säilitamiseks sobiks eriti hästi kariloomade karjatamine, kes tallamisega hoiaksid vajalikku avapinnast. Ka mõningane ATV-de või traktoritega sõitmine aitab liigile sobivat elupaika säilitada. Madalat unilooka kasvab maailmas vaid Eestis, Rootsis Ojamaa ja Ölandi saarel ning Prantsusmaal, kus suur hulk leiukohti on praeguseks hävinud (Kukk & Kull, 2017).

Pilt 8.13. Halli käpa isendirohke leiukoht vanal puistangualal, kujuneval kuival karbonaatsel niidul. Aru-Lõuna paekarjäär
Foto: Toomas Kukk; 26.05.2016

Pilt 8.14. Madal unilook vajab avatud, hõreda taimestikuga karbonaatset pinnast.
Foto: Rein Kalamees; 21.07.2010

Kui kaevandamine kestab pikemat aega või on kaevandatava ala lähikonnas vanemaid sarnaste tingimustega paekarjääre, annavad need ettekujutuse, kuidas taimestumine kulgeb ning milline roht- ja puittaimestik neis tingimustes edukalt hakkama saab. See võimaldab paremini kaaluda, kas jätta karjääri taimestik kujunema looduslikult või see taimestada.

8.4.2. Paekarjääride taimestamine

Eestis leidub kohalikke vanu paemurde üsna palju, kuid need on pindalalt väikesed ja looduslikult taimestunud. Tänapäevase bioloogilise korrastamise häid näiteid suurtes paekarjäärides õigupoolest pole, kuna neis veel kaevandamine käib. Seetõttu tuginevad selle peatüki näited mõnedele paekarjääride korrastamisprojektidele ning põlevkivikarjääride korrastamise näidetele.

Püstitatud eesmärgi saavutamine taimestamisel algab juba puistangute moodustamisest katendi- ja tootmistöödel. Puistangute formeerimisel tuleb tagada, et kvaternaari ja kaljused kivimid ühelt poolt seguneksid, teisalt aga vaadata, et suuretükilised aluspõhjakivimite materjalid (lubjakivi, dolomiit) satuksid enamjaolt puistangute alumistesse kihtidesse, aga pealmisesse osasse puistangutes jääksid settelised ja muldjad moodustised (Viil, 2011).

Metsastamise puhul tuleb arvestada, et kuna paekarjäärides leidub suures koguses sellise terasuurusega materjali, mis võib segada istutustegevust ja hakkab mõjuma metsakasvule pärssivalt, peab vähemalt istutuskiht olema sellistest kividest vaba, et oleks võimalik istutada ja taim püsiks maa sees kinni. Et taimede väljalangemine ei oleks suurem kui 20%, peaks istutamiseks olema korrastatava ala ülemises kihis (10…15 cm) piisavalt peenikest materjali. Tuleb arvestada, et mida kivisem on istutuspind, seda suurem on taimede väljalangemine. Seda saab korvata suurema algtihedusega, kuid see tõstab bioloogilise korrastamise hinda. Vaata ka peatükki Metsamaaks korrastamine.

Põlevkivikarjääride tasandatud puistangutel on peamine puuliik olnud harilik mänd, kuna see liik on vastupidav ekstreemsetes kasvutingimustes. Kõige tulemusrikkam on olnud männi istutus kaheaastaste seemikutega. Samas tuleb arvestada, et suurtes okaspuumassiivides võib tekkida suur tuleoht ja põlengu puhul on tule levik kiire. Seepärast soovitatakse nende vahele rajada

lehtpuukultuure (kask, lepp). Ka annavad lehtpuud (Pilt 8.15) kasvupinnasele kiiremini taimestiku arenemiseks vajalikke toitaineid, kuna lehtede kõdunemine on kiirem kui okastel. Katseid on tehtud ka hariliku kuusega, kuid kuusele on puistangumullad liiga toitainevaesed. Lehtpuudest on tasandatud puistangutel hästi kasvanud arukask. Peale arukase on lehtpuudest istutatud teisi kaseliike ja leppi. Väga kivistel puistangumuldadel on arukasest veel sobivamaks osutunud sanglepp (Viil, 2011).

Pilt 8.15. Noored kased endises paekarjääris.
Foto: Peeter Koll; 30.09.2016

Paekarjääride taimestamisel saab kasutada näiteks looduslikelt niitudelt seemnekogujaga varutud rohttaimede seemnesegusid (Pilt 8.16). Sobivalt alalt saab suve jooksul mitu saaki ja tulemuseks on sobiva liigilise koosseisu ning lokaalsete oludega hästi kohanev taimestik. Hinnanguliselt on ühe hektari taimestamiseks vajaliku seemnesegu kogumiseks vajalik olenevalt elupaigatüübist 0,3...1 hektarit doonorala. Osal aladel võib seemnesegu kasutamine eeldada mulla olemasolu või selle toomist. Seemnesegu hind võib varieeruda selle järgi, kui spetsiifiline ja haruldane on kooslus ja kui palju sealne

taimestik seemneid annab. Korjamine on odavam aruniitudel, kallim keerulise maastikuga kooslustel, nagu puisniidud, kadakased loopealsed.[117]

Pilt 8.16. Seemnekoguja esmane saak, mis vajab veel puhastamist.
Foto: Aveliina Helm; 23.08.2016

Üheks viisiks taimestumist kiirendada on ala katmine lähedalasuvalt loopealselt pärit heinaga, mis kantakse alale vahetult pärast niitmist (Rademacher *et al.*, 2008).

Veekogude kaldapiirkonna taimestamist võiks pigem vältida, kuna taimestik kujuneb aja jooksul ise, pealegi sobivad taimestikuvabad alad veekogude ääres pesitsemiseks väiketüllile. Veekogudega karjäärides tuleks kindlasti ka loobuda väetamisest, et vältida veekogu reostamisohtu. Kui veekoguga paekarjääri soovitakse istutada veetaimi, oleks seda kasulik teada juba kaevandamise või tehnilise korrastamise käigus, et tagada soovitud kohtades piisava hulga sobiva kasvupinnase olemasolu.

117 Aveliina Helmi andmed (toim 2016).

8.4.3. Sihtliikide elupaigad paekarjäärides

Paekarjäärid oma mitmekesise struktuuri ning ökoloogiliste niššidega pakuvad elupaiku peamiselt liikidele, kes kasutavad elupaigana kaljuseid pindu; lubjalembestele avamaastiku taime- ja loomaliikidele; vanemates karjäärides ka puittaimestikurikaste alade liikidele (Rademacher *et al.*, 2008; Freundeskreis des Botanischen Gartens, 2012).[118]

Hüljatud karjääri võivad kujuneda eriilmelised elupaigad paljudele, sealhulgas kaitsealustele ja ohustatud liikidele. Pilt 8.17 näeb sihtliikide elupaiku paekarjääris. Karjääri korrastamisel on otstarbekas olulisemad elupaigad säilitada.

Pilt 8.17. Sihtliikide elupaigad paekarjääris.
Foto: Peeter Koll

Suuremate püsiveekogudega paekarjäärid, kus leidub kaldataimestikku või saarekesi, annavad võimaluse pesitsemiseks lindudele. Karjääriveekogusid

118 Vt ülevaadet Osnabrücki ülikooli botaanikaaiast ja seal paiknevast paemurrust: https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-26823.pdf

kasutavad linnud ka toitumis- ja rändepeatuspaikadena. Väikeveekogudes saavad areneda kiilid, teised veeselgrootud ning kahepaiksed.

Kui kujundada paemurdude seintesse sirge ja järsu vertikaalpinna asemel 1...2 meetri sügavusi tasase põhjaga nišše ja eendeid (NABU, Naturschutzbund Deutschland, 2007),[119] võib neid pesitsuseks kasutada kassikakk (*Bubo bubo*, Pilt 8.18), aga ka tuuletallaja (*Falco tinnunculus*) või väikepistrik (*Falco columbarius*), samuti ronk (*Corvus corax*). Orvade või pesakäikude uuristamist võimaldava pinnase olemasolul pesitsevad paekiviseintes ka räästapääsuke (*Delichon urbicum*) ja kaldapääsuke.

Kuigi röövlindude võimalikust pesitsemisest Eesti kivimurdudes on andmeid napilt, tasub siiski potentsiaalseid elupaiku luua, kuna kivimurdude seinad võivad jääda püsima pikaks ajaks ning saada soodsatel tingimustel asustatud. Näiteks kassikaku puhul on teada, et see üldjuhul maaspesitsev metsaliik on kasutanud pesapaigaks varjulist kaljuseinalõhet Põhja-Eesti pankrannikul.

Pilt 8.18. Kassikaku pesapaik endises grauvaki karjääris Nordrhein Westfalenis Saksamaal. Foto: Martin Lindner; 02.05.2009

119 Vt kassikaku elupaikade kohta paemurdudes täpsemalt: https://www.vdz-online.de/fileadmin/gruppen/bdz/Themen/Rohstoffe/BDZ_FlyerUhu_BBS_LDIN6S.pdf

Kassikakule sobivad nišid ja eendid võiksid ideaalis olla varjatud ilmastikuolude (tuul, vihm) eest ja olla soovitatavalt eksponeeritud lõunakaarde. Oluline on ka toidu kättesaadavus (avamaastik, väikeimetajad), mida saab majandamisvõtetega toetada (nt külvata sobilikke toidutaimi väikeimetajatele, säilitada rohumaad). Kassikakk on pesitsusajal (veebruarist juunini) häiringutele väga tundlik ning seetõttu ei tohi linnu kasutusele võetud pesitsuspaigas inimene tegutseda. Kaevandamisega seotud regulaarse liiklusmüraga võib lind harjuda, kuid mitte pesapaiga lähedusese liikuvate inimestega.

Sõelmekuhjasid töötavates paekarjäärides kasutab pesitsemiseks kaldapääsuke (Pilt 8.19), kes tööstusmaastikul pesitseb sagedamini liivakarjääride järskudes nõlvades (vt peatükki Kaldapääsuke).

Kui karjääri korrastatakse paralleelselt kaevandamisega, on võimaluse korral soovitatav luua kaldapääsukesele pesitsuseks 90-kraadise nõlvaga sõelmepuistanguid ja neid 2-3 aasta tagant, kuni karjääri lõpliku korrastamiseni, tagasi lõigata.

Pilt 8.19. Sõelmekuhjade ülaserva rajatud kaldapääsukese pesakoopad Aru-Lõuna paekarjääris.
Foto: Liis Keerberg; 26.10.2015

Oluline on, et sellistest puistangutest ei võetaks materjali lindude pesitsusajal, mis algab mai esimeses pooles ning kestab hilisematel pesitsejatel augusti keskpaigani. Kui sõelmeid on vaja kasutada, tuleks kuhjad vajalikes kohtades tasandada hiljemalt aprillis nii, et ei säiliks pesitsuseks sobilikke vertikaalseid nõlvu.

Paekarjääride klibusel põhjal pesitseb linnuliikidest ka väiketüll, keda sisemaal võib tihti leida kruusakarjäärides. Väiketüllile ja teistele maaspesitsevatele kurvitsalistele sobivate pesitsusbiotoopide säilimiseks tuleks vältida karjääri põhja kasvupinnasega katmist ning taimestamist või metsastamist. Väiketüllile sobilikke tingimusi käsitletakse põhjalikumalt liiva- ja kruusakarjääride bioloogilise korrastamise peatükis (vt peatükki Väiketüll).

Veekogudega paekarjääre, nagu ka veekogudeta karjääre, on otstarbekas kujundada juba kaevandamise käigus. Järskude astangutega sügavatesse veekogudesse taimestik ei teki, mistõttu tuleb madalaveelised alad planeerida juba varem ning varud väljata nii, et sügavus oleks varieeruv. Lisaks kaldaaladele saab taimestiku tekkeks luua karjääriveekogu eri piirkondadesse saarekesi lindudele pesitsemiseks (vt ka Pilt 5.45).

Rakke (Kamariku) lubjakivikarjäär

Rakke lubjakivikarjäär, mille pindala koos teenindusmaaga on 123 ha, korrastatakse projekti kohaselt veekogudega puhkekohaks, kus on eraldatumad tsoonid planeeritud lindude pesitsusaladeks, samuti õppepaljand ja rallirada. Lindudega on projektis arvestatud, kuna Rakke karjäär on oma mosaiiksete tingimustega kujunenud üheks linnurikkaimaks karjääriks Eestis. 2012. aastal pesitses seal näiteks 93 paari veelinde 17 liigist (Pehlak *et al.*, 2014). Arvatavasti on linnu- ja liigirohkuse põhjuseks karjääri põhjaosa heterogeensus, kus leidub erinevaid elupaigalaike järvekeste tihedast kaldataimestikust ja põõsastikest kuni hõredate kukeharjapuhmastega kuivade kruusaseljakuteni (Aua & Salumäe, 2010).[120]

Kuna linnustikuandmed kaevandajal korrastatava karjääri kohta esialgu puudusid, nägi korrastamisprojekt ette parkla ja motokrossiraja rajamise alale,

120 Artikkel „Kamariku karjääri linnustikust“, http://www.eoy.ee/hirundo/file_download/13/Aua_Salumae_23_2.pdf

mis oli kaitsealuste lindudega tihedasti asustatud pesitsuskoht. Et keskkonnaamet küsis nõu ka Eesti Ornitoloogiaühingult, õnnestus linnustikku puudutavate andmete abil korrastamisplaane mõneti muuta ja koostöös projekteerijaga saavutada olukord, kus lindude senised pesitsusalad Rakke karjääris säilitati ning parklale ja rallirajale leiti asukoht teises karjääriosas. Kui rada kasutamiseks loa saab, tuleb siiski arvestada, et pesitsusperioodil linde ei häiritaks (Valgma, 2014).

Piirkondades, kus on ajalooliselt olnud loopealseid või leidub neid ka tänapäeval, tasuks kaaluda paekarjääri jätmist elupaigaks loopealsete taimeliikidele. Eestis on loopealsete kujunemist paekarjäärides uuritud ning leitud, et iseloomulike liikidega liigirikkad kooslused on tekkinud neil aladel ilma aktiivse taastamiseta (Pilt 8.20) (Uustal, 2011).

Pilt 8.20. Loopealsetele omased liigid aas-hundihammas (*Astragalus danicus*), karutubakas (*Hieracium pilosella*) ja lamba-aruhein (*Festuca ovina*) endises Lõetsa paemurrus Muhu saarel. Foto: Aveliina Helm; 05.05.2008

Eriti tulemuslik on looduslik loopealsete kujunemine olnud väiksemates paemurdudes, mille pindala on u 2 hektarit ja millest 1…2 kilomeetri raadiuses leidub rohkem kui 10 hektaril ajaloolisi loopealseid (Uustal, 2011) (vt loopealsetest täpsemalt peatükkides Rohumaaks korrastamine ja Poollooduslikud kooslused).

9. ERIOTSTARBELINE MAAKASUTUS

Heiki Kalberg, Üllar Rammul, Erki Niitlaan, Kristjan Moora[121], Eliot Põld[122], Enno Reinsalu

9.1. Üldpõhimõtted

Heiki Kalberg, Erki Niitlaan

Suurem osa ehitusmaavarakarjääridest paiknevad tavaliselt kõige aktiivsema kasutusega piirkondadest – linnadest, alevitest ja asulatest – eemal, et mitte põhjustada häiringuid. Seetõttu on sageli peamiseks korrastamise suunaks loodusilmelise maastiku kujundamine. Samas on mitmeid, sealhulgas väga suuri ehitusmaavarakarjääre, mis on aja jooksul linnade sisse kasvanud või neile piisavalt lähedale tulnud, et pärast kaevandamist on mõistlik kaevandamisega rikutud maa loodusilmelise taastamise asemel aktiivse maakasutusega jätkata (Lasnamäe vana ja uus paemurd, Väo karjäär, Harku karjääri eri etapid, Männiku liivakarjäärid jt). Aga on karjääre, mis ongi rajatud asulatele väga lähedale (Lavassaare kruusakarjäär) või siis jäävad kergesti ligipääsetavatesse kohtadesse (Laeva kruusakarjäär), mistõttu on huvi ja võimalus neid ka pärast kaevandamist edasi kasutada. Lisaks sellel võib aktiivne maakasutus tekkida ka üsna eraldatud karjääride korrastamisel, kui sinna rajatakse näiteks turismitalu vms. Seda küll pigem juhul, kui tegemist on eramaaga ning maaomanik soovib karjäärile niisugust kasutussuunda.

Eriotstarbelise maakasutuse all peame silmas kaevandamisjärgset maakasutust, mis ei ole selle üksnes loodusilmeline taastamine.

Selliseks maakasutuseks võib olla elamumaa, tööstusmaa, teemaa, virgestus- või puhkeotstarbeline maa vms. Sellise maakasutuse ühine tunnusjoon on, et kaevandamisjärgsel endisel karjäärialal ehitatakse ja või liigutakse palju, mis

121 Ainult peatükk „Karjääride korrastamine riigikaitse otstarbeks“.
122 Ainult peatükk „Karjääride kujundamine päästeameti kasutusalaks“.

tähendab, et sellega kaasneda võivad riskid on suuremad. Olenevalt maakasutuse iseloomust võib eristada täielikult tehismaastikuilmelist korrastamist (tööstusmaa), valdavalt loodusilmelist korrastamist (virgestus- ja puhkeotstarbeline maa) ja nende kombinatsioone.

Allpool esitatu on erinevate võimalike kasutusviiside väljapakkumine ega käsitle maaomaniku huvi. Samas on maaomaniku nõusolek ja valmisolek esmane ja peamine kriteerium mistahes korrastamissuuna määramisel. Peamiselt on meil kas riigi- või eramaa, mõlemad soovivad tavaliselt majanduslikult kasulikku maakasutust. Puhkemaastikud jms on üldiselt seotud sotsiaalmaa sihtotstarbega, mis on kohaliku omavalitsuse maa, kuid neid on äärmiselt vähe. Seega on vajalik eriotstarbelise maakasutuse kavandamisel omaniku kaasamine kohe algstaadiumis. Karjäär loob eeldused kaevandamisejärgseks arenguks, arendaja teeb esmase ohutustamise ja korrastamise kavas määratud tingimuste kohaselt, kuid edasise korrashoiu tagab hilisem valdaja. Oluline on teadvustada, et kõikidel sellistel objektidel peab tekkima hiljem valdaja, kes vastutab ala, sealhulgas vajaduse korral selle järelhoolduse eest.

Sarnaselt omandiküsimusega on oluline faktor ka ohutus, eriti elamumaa ja puhkemaastiku kujundamisel. Nõlvad peavad tagama ehitiste püsimise, rajatud peavad olema turvalised kalded teeradadele ning ka teeradadelt kõrvalekaldumisel – vältida tuleb aukusid, astanguid jms, mida alal liikuv inimene (või loom) ei oska oodata. Ohutusest lähtuvale lisaks tuleb avalikel puhkealadel tagada ka liikumispuudega inimestele liikumisvõimalus põhiteedel või -piirkonnas. Juhul kui tegu on n-ö äärmuslikumate tingimustega alaga, mille eesmärgist lähtuvalt pole võimalik sobivaid kaldeid tagada, tuleb liikumispuudega inimeste liikumise nõuetele mittevastavusest teavitada juba alale sisenemisel. Juhul kui alal on kukkumis-, varisemis- või mingi muu oht, siis tuleb sellest ka ala kasutajaid teavitada (vt Pilt 9.1). Lisaks üldisele ohutuse tagamisele kaevandamisjärgse maastiku kujundamisel tuleb järgida iga tegevusalaga kaasnevat ohutust – näiteks kukkumisoht mägironimisel, turvaalad motoaladel.

Pilt 9.1. Võimalikest ohtudest teavitav plakat Prantsusmaal.
Foto: Heiki Kalberg; 23.10.2004

Pildil 9.1 toodud plakat hoiatab, et tegemist on avalikkusele suletud tööstusalaga, kus võivad esineda järgnevad ohuallikad: kukkumisoht, kivide kukkumisoht, libisemisoht, metsa- ja pinnasepõlengud, mürgistusoht.

Eriotstarbelise maakasutuse korraldamine ja selleks vajaliku korrastamisprojekti koostamine on vastuoluline: tavapäraselt on kaevandaja/maavaravaru valdaja soov realiseerida varu ja seejärel tegeleda korrastamisega; kohalike jaoks aga on oluline võimalikult kiire maardla ammendamine, piirkonna hea väljanägemine ning kaasnevate negatiivsete mõjude hoidmine minimaalsel alal. Keskmiste ja suurte karjääride korral on elanikkonna huvi alustada korrastamisega võimalikult varases järgus – näiteks Tartumaal 10 ha suuruses Kobratu IV liivakarjääris leiti, tõsi, suurte vaidluste järel, võimalus tegutsemiseks viisil, kus juba ammendunud ala korrastatakse jooksvalt. 15-aastase kaevandamisloa kolmandal aastal algas juba ka korrastamine. Seega on väiksema maa-ala ja sobivate hüdrogeoloogiliste tingimuste korral võimalik samaaegne kaevandamine ja korrastamine.

Kuna kaevandamine on sageli pikaajaline, aastakümneid kestev tegevus, siis on hilisema maakasutamise suunamine ja ühildamine karjääri, paljudel juhtudel aga kogu maardla ammendamisega, keeruline. See on seotud mitme asjaoluga. Sageli paiknevad karjäärid riigimaal ning võimalik arendaja on keegi kolmas isik. Riik aga ei pruugi olla huvitatud samast korrastamise suunast, mis kohalikud või

tulevane arendaja. Seni puudub mehhanism, mis lubaks tuleviku optsioonide[123] sõlmimise maakasutuse korraldamiseks pärast kaevandamist. Reguleerimata on, millises mahus täpselt peab kaevandaja tegema korrastamistööd ning kuidas on tagatud, et hilisema maakasutuse spetsiifikast lähtuvalt vajalikud tööd saaksid tehtud, kui kavandatu ei peaks realiseeruma. Sageli ei ammendata maardlat täielikult või seda ei ole võimalik teha ning jääkvaru olemasolu takistab aktiivse maakasutuse planeerimist jne.

Ühest küljest on korrastamise tingimuste seadmisel mõistlik olla paindlik, et saaks lähtuda konkreetsetest võimalustest ja huvidest, mis kaevandamise lõpetamisel selle koha suhtes on – ilmselt ei osanud keegi 15 aastat tagasi ette näha päikeseelektrijaamade levikut meie kliimas, mis nüüd aasta-aastalt järjest suureneb. Samas võib väga üldistatud 15-aastane kaevandamisluba tugevalt häirida kohalikku elanikkonda ja tuua kaasa häiritud maastikupildi enam kui 10 aastaks. On hea, kui hilisema maakasutuse ja selle arengu suunamisega on tegeletud kohaliku üldplaneeringu koostamise käigus, kus avalikkuse kaasamisega on saanud ka elanikkond väljendada oma seisukohta. Praeguses järjest enam kaasarääkimisõigust teadvustavas ühiskonnas toimuvad arutelud kaevandamisjärgse kasutamise kohta juba kaevandamise kavandamise ja selle mõjude hindamise staadiumis. Samas peab arvestama, et osaliselt ammendatud karjääri aktiivsesse kasutusse võtmine kaevandamisega samal ajal ei ole üldiselt juba üksnes ohutuse seisukohast võimalik. Samas on maakasutuse vorme, mida saab kaevandamisega kombineerida ja hiljem võimaluse korral jätkata, näiteks asfaldi ja segusõlmede rajamine, inertsete jäätmete sortimine. Igal juhtumil tuleb läheneda kohapõhiselt ning lähtuvalt ala suurusest, hüdrogeoloogilistest tingimustest, ümbritseva elanikkonna paiknemisest ning teenuste vajadusest, taristust jms leida sobilik lahendusviis nii korrastamiseks kui ka maa taaskasutuseks.

Allpool (ja ka varasemates peatükkides) on välja pakutud taaskasutusviise – oluline on võimalust mööda ühildada erinevad funktsioonid, mis tagab hiljem ka efektiivsema ala korrashoiu. Nii võib sobiva maastikukujuga taastatud ala kasutada metsastamiseks, tervise-, õppe ja matkaradadeks ning ujumiskohaks, kontserdi- ja jaanitule kohaks, teisalt ka mõned korrad aastas toimuvaks kaitseväe või -liidu harjutusteks maastikul. Kasutajate jaoks on üks

123 *Optsioon* – tasu eest omandatav õigus osta või müüa teatud kaupu, teenuseid või väärtpabereid varem kokku lepitud hinnaga kas teatud tähtaja jooksul, teatud tähtpäevani või alates teatud tähtpäevast („Eesti keele seletav sõnaraamat“, 2009).

parkimistaristu, vaatetorni kasutavad nii maastikunautlejad, linnuvaatlejad kui ka kaitseharjutuse tegijad, tänu suuremale kasutajate arvule võib rajatud külakeskus täita ka kohvikufunktsiooni – kas 20 aastat tagasi kaevandusala keskkonnamõju hindamise programmi arutelule minnes oskas keegi sellist positiivset pilti ette kujutada?

Kui aga võtta näiteks kogu Vaivara vallas töös olevate põlevkivikarjääride korrastamisel plaani sama tihe funktsioonide kombineerimine ja kujundamine, siis see koht jääks tühjaks – lihtsalt kasutajaid pole. Ilmselt isegi siis ei oleks, kui Peterburi asuks Narvas, seega jällegi – läheneda tuleb kohapõhiselt.

9.2. Aktiivse kasutusega maa

Heiki Kalberg, Erki Niitlaan, Enno Reinsalu, Üllar Rammul

Sobivate geoloogiliste ja hüdrogeoloogiliste tingimuste korral on endist kaevandamisala võimalik võtta aktiivsesse kasutusse, hoonestades ala või kasutada alal ümbritsevat hoonestust toetavat funktsiooni või veebasseini vajavat tootmistegevus. Arvtestades, et kaevandatud alal on loodusliku olukorra inimene ära muutnud, võiks olla eelistatud järelkasutus, selmet hakata haarama aktiivsesse kasutusse muid loodusalasid ja anda endistele kaevandamisaladele looduslikku ilmet. Hoonestatava ala maakasutus sõltub

1) piirkonna arengust – lähtuvalt omavalitsuse üldplaneeringust tuleb analüüsida kavandatava aktiivse maakasutuse sobivust asukohta. Tuleb jälgida, kas loodaval alal on juba peal mingid maakasutuse piirangud (nt on rohelise võrgustiku koosseisus ja tuleks taastada loodusalana), kas alale ulatuvad naaberala piirangud (nt on naabruses suur puhasti, mis teatud ulatuses välistab hoonete ehitamise) või kas kavandatav tegevus ala toob kaasa ise häiringutest lähtuvat mõju naabrusala olemasolevale hoonestusele (nt kavandatakse mürarikast tootmist, mille mõju ulatub naabruses olevale elamualale). Tuleb analüüsida, kas lähipiirkond vajab teatud tegevuse arenguks kohta, millena saab endist kaevandamisala ära kasutada, kas endisel kaevandamispiirkonnal on mingit arengueelist (võib nii esteetilist kui ka tasuvuslikku) ümbritseva suhtes või mitte. Arengueeliseks võib olla ka tavapärase mitte-minu-naabrusesse ehitise sobivus endisele kaevandamisalale – kui tänu karjääri suurusele on naabrid küllalt kaugel ja ollakse harjunud eriotstarbelise maakasutusega,

võib ala olla sobilik tavaoludes suuremaid häiringuid tekitavaks tegevuseks;

2) taristust – hoonete teenindamiseks on tarvis vett ja kanalisatsiooni, elektrit ja telekommunikatsiooniühendust, hooneid on vaja kütta. Tootmisotstarbelised tegevused vajavad teatud juhtudel elektri või veetarbimise erivõimsust. Tuleb välja selgitada, kas ühendused on kohapeal olemas, kui need puuduvad, tuleb selgeks teha nende rajamise võimalikkus ja tasuvus, arvestada tuleb ka võimaliku tulevase laiendamisvajadusega. Teedevõrgu puhul tuleb välja selgitada, kas varasem kaevandust teenindanud tee kõlbaks ka kavandatavaks tegevuseks, kas tee on vaja ümber ehitada kergliiklusele sobivamaks, muuta tee asukohta ja projektlahendust, kaitsta teeäärseid elanikke tekkiva müra ja muu negatiivse häiringu eest;
3) kasutajatest – tuleb analüüsida, kes on ala kasutajad, kust ja kuidas nad tulevad. Töökohtade loomisel peab olema ettekujutus, kui palju, kust ja kuidas tulevad töötajad, elamuala loomisel peab olema vajadus eluasemekohtade järele ja lähipiirkonnas olulised toetavad teenused (haridusasutused, ühistransport, esmatarbekaupade saadavus jms).

9.2.1. Kaevandamisala kujundamine elamumaaks

Eesti endistel kaevandamisaladel väga vähe praktiseeritud, kuid üks võimalik hoonestussuund on kinnisvaraarendus väike- või korterelamute näol. Loomulikult peab planeeritav kinnisvaraarendus sobituma antud piirkonna planeeringutega, kuid kaevandamisest tingitud maapinna reljeefi muutusest lähtuvalt on võimalik muidu tasandikulises Eestis vahelduslikumale maastikule ehitamine. Võimalik on luua huvitavaid vaateid ja hoonetele teha arhitektuurselt mitmekülgsemaid lahendusi. Veekogu olemasolu ja selle ühildumise korral teiste veekogudega on võimalik luua lisaväärtus nii ilusa vaate kui ka isikliku paadisadama näol, näiteks endisele Tartu läheduses olevale Kabina karjääri kaldaalale kavandatakse väikeelamuid väikelaevaliikluse võimalustega. Oskuslikul planeerimisel saab ära kasutada kaevandamisjärgset mikroreljeefi ja soovi korral tekitada veest ja reljeefist tuleneva lisaväärtusega arendusala. Suletud, kinnise ruumi vältimiseks tulevad kinnisvara arendamise seisukohast kõne alla pigem suuremad kui väikesed karjäärid. Kabina näide on hea karjääri taaskasutuse seisukohast – karjääri servades kasvavad puud, mille vahele saab hoonestuse paigutada, igale krundile saab teha paadisilla, millelt pääseb oma veesõidukiga Emajõele, suplemisvõimalus, ilusad vaated jms (Pilt 9.2 ja Pilt 9.3). Asustuse

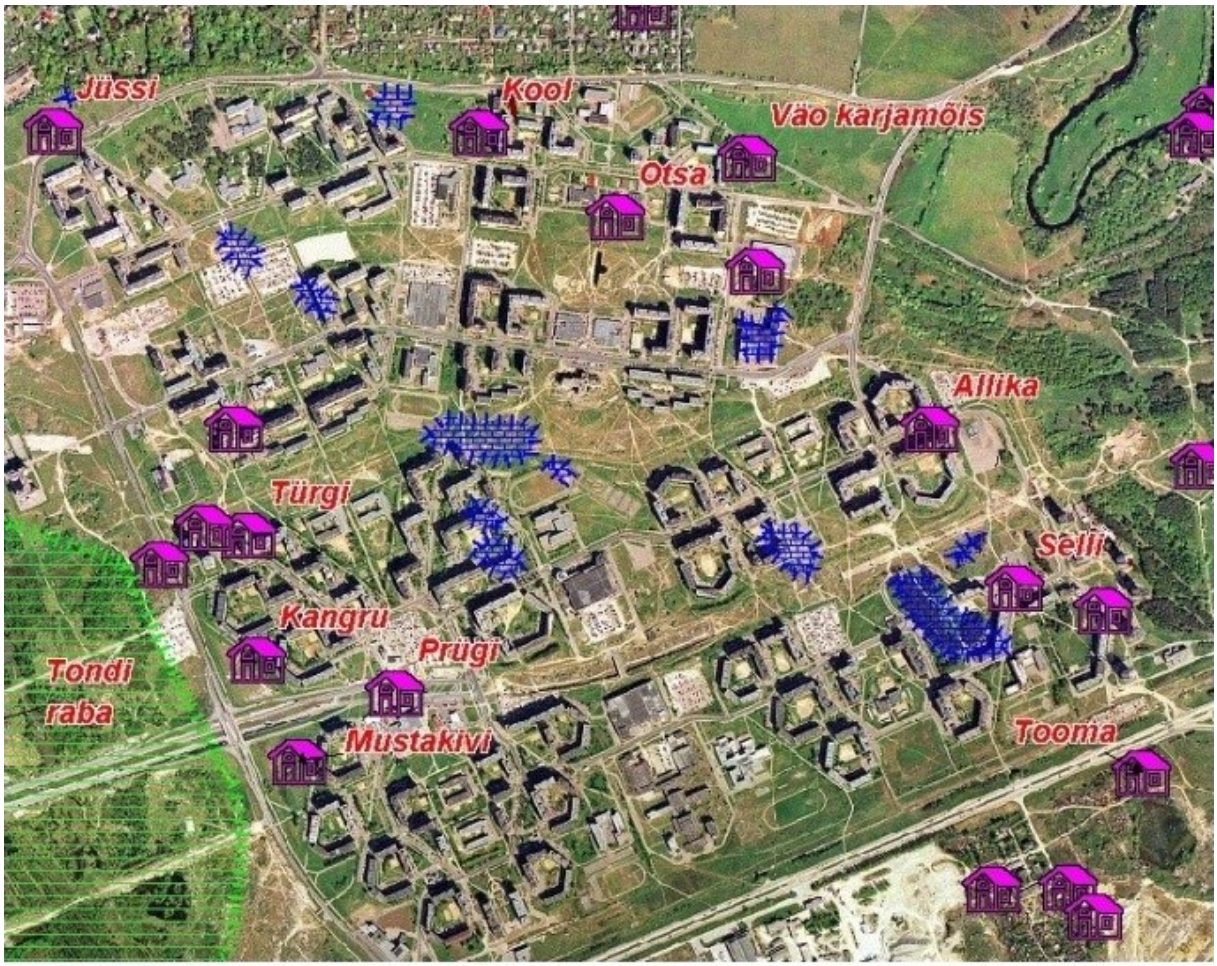
planeerimise seisukohast aga pole tegemist hea näitega – kavandatav elukohtade arv on küllalt väike, puuduvad ühendused keskuste ja tehnovõrkudega. Selline arendamine soosib pendelrännet ning oma veekoguosa hinnaks on väikest kruntide arvu ja reljeefi arvestades suhteliselt kallid tehnolahendused.

Kui kujutleda Maardu fosforiidikarjääri puistanguid – kuidas kujundada sinna elamuala veekogu ääres, liigendada kogu ala veesilmade ja kõrghaljastusega, tagada lisaks ilule ka eraldatuse –, muutub nn jäätmaa suureks võimaluste maaks.

Pilt 9.2. Skeemlahendus endise Kabina karjääri maa-alast, millel on Suur-Emajõega ühendatud veepeegel ning mille äärde on kavandatud elamud ja avalik supelrand.
Joonis: AB Artes Terrae OÜ planeeringu eskiisist tehtud väljavõte.

Pilt 9.3. Vaade alale, kuhu eespool toodud skeemi kohaselt peaksid tulema elamud.
Foto: Heiki Kalberg; 01.07.2016

Elamumaal peab olema sidusus muude teenustega. Ei tohi luua ainult elamiseks mõeldud külasid, mille muud teenused on kaugemal kui viis kilomeetrit (jalgsi käimise või jalgrattaga sõitmise kriitiline kaugus). Võimalik on koos tugiteenustega elamuala loomine – omaette kommuun, kus elavad koos eri vanuses inimesed ning on tagatud eluks vajalikud teenused. Näiteks Prantsusmaal Rieulay piirkonnas ehitas kohalik omavalitsus endisele kaevandamisalale välja hoonestuse noortele peredele ning pansionaadi-hooldekeskuse, milles toimuvad ka kodukandisündmused. Vanad ja noored paigutati kokku eesmärgil, et oleks üheskoos eri vanuserühmad. Eraldatud kohta elamuala loomisel tuleb kohalikul omavalitsusel kaaluda, kas elanikkonnale loodav väärtus elamualast kaalub üles tekkivad ehitus- ja hoolduskulud. Vältida tuleb homogeensete kogukondade teket. Ka Eesti suurim tervikuna planeeritud linnaosa, Lasnamäe, asub osalt endis(t)el kaevandusala(de)l, vt Pilt 9.4. Talude juurde kuulunud aladel olid paemurrud, vt Pilt 9.4, (ülemine), süvendis olev Laagna tee on andnud ehitusmaterjali ning tagab liiklusmüra summutava lahenduse.



Tooma Kunagiste talude kohad ja nimed.

Kunagised talunike paemurrud, mille jäljed on vilunud silmale tänapäevalgi paneelelamute vahel märgatavad.

Pilt 9.4. Kuristiku asum (endine Lasnamäe VII mikrorajoon) sada aastat tagasi (ülal) ja tänapäeval (Reinsalu, 2007; joonis 13-2) (all).

9.2.2. Kaevandamisala kujundamine tööstusmaaks

Kaevandamisega rikutud maa korrastamise võimalused tööstusmaaks on eriti linnalähedastes karjäärides oluliselt suuremad kui elamumaaks korrastamisel. Tööstusmaa välisilme kujunduskeel on võrreldes elamu- või virgestusalaga odavam – endine kaevandamismaastik võetakse suhteliselt lakoonilise ja tehisilmelisena kasutusse. On tootmistegevusi, mis nõuavad suurt töötajate arvu ja seega ka head ühendatavust, mis sageli on linnalähedastes karjäärides juba olemas. Teisest küljest on tegevusi, mis ei vaja palju töötajaid või lausa vajavad võimalike häiringute tõttu kaugemat asukohta, milleks sobivad eraldiseisvad karjäärid hästi. Karjääriservad saavad olla ka looduses tajutavateks piirdeks muu kasutusotstarbega alale sisenemiseks, allesjäävad puistangud võib panna tööle müratõkkevallidena vms, st kaevandamisjärgne maastik loob sageli võimalusi, mille eraldi tekitamine võib olla kulukas või sootuks võimatu.

Üks selline aktiivse maakasutuse viis on ala ettevalmistamine tootmismaaks, näiteks tööstuspargiks või logistikakeskuseks. See eeldab vajadusest lähtuva teede- ja tehnoliinide võrgustiku väljaarendamist, mis võimaldaks käivitada tootmistegevusi. Tööstuspargi eelduseks on sobiliku tehnilise taristu olemasolu ja selle suurenemise võimalus. Eelduseks on ka töötajate olemasolu lähipiirkonnas ning võimalus siduda uus tootmiskeskus ühistranspordiga. Maailmas on näiteid ka logistikakeskuse (Pilt 9.5) tegemisest endisele kaevandamisalale – raudteede ja laevateede-maanteede ühinemispiirkonnas on võimalik ka sellekohane kasutus.

Pilt 9.5. Näide endisele kaevandamisalale rajatud logistikaterminalist Prantsusmaal Rieulays.
N 50°22’51,4’’; E 3°14’42,7’’
Foto: Heiki Kalberg; 23.10.2004

Nendele eeldustele vastab hästi näiteks Väo lubjakivikarjäär, mille ammendatud osasse on juba rajatud inertsete jäätmete vastuvõtupunkt (sortimisplats ja prügila) ning Väo soojuselektrijaam (Pilt 9.6). Käimasolev karjäärivälja detailplaneering näeb ette veel mitme logistika- ja tootmiskeskuse rajamise. Varem ammendatud karjääridest võib näiteks välja tuua ühe vanema Männiku karjääri, kuhu juba nõukogudeajal rajati autobaas ja tootmishooneid ning hiljem büroohoone. Tallinna lähipiirkonna karjääridest võiksid samal otstarbel olla huvipakkuvad Tallinna-Saku liivamaardla ammendatud maad ja Harku karjääri ammendatud osa.

Pilt 9.6. Väo soojuselektrijaam.
59°26’19,1’’; E 24°54’7,72’’;
Foto: Peeter Koll; 21.10.2016

Kaevandamine Paide linna lähistel **Mündi paemurrus** on ammu lõppenud, kunagi olla sealt Paide ordulinnuse ehituseks paekivi toodud. Juba 1930. aastatel pidas linnarahvas vanas paemurrus suvel pidusid. Nõukogude ajal oli paemurd lühikest aega töös, seejärel hakkas Paide KEK[124] paemurru alal tootma raudbetoonblokke ja tegutses katselabor (T. Saarist, suul andmed). Praegu on Mündi paemurru ala heakorrastatud ja kasutusel peamiselt metallmööblit valmistava AS Jalaxi tootmisbaasina.

124 KEK – kolhoosidevaheline ehituskontor.

Üks võimalik karjääride lisakasutusfunktsioon on päikese- ja/või tuuleparkide rajamine. Karjääride põhjapoolseid nõlvu ja karjääri põhja on võimalik kasutada päikeseenergia tootmiseks, suuremaid puistanguid tuulikute püstitamiseks. Energiatootmise kavandamisel tuleb varem loomulikult välja selgitada nii energiatootmisest lähtuvad olud (päikesepaneelide puhul kaldenurk, suund ilmakaarte suhtes; tuuleenergia puhul tuuleolud jms) kui ka riigikaitselised huvid – võimalik, et riigikaitse vajadusest lähtuvalt esineb tuulepargi rajamiseks märkimisväärseid piiranguid ning seetõttu ei ole nende rajamine võimalik. Energiatootmisel on võtmefaktoriks ühendamine võrguga – kui olemasolev elektrivõrk on liiga kaugel või väikese võimsusega, võib sellega liitumine osutuda liiga kulukaks. Samas on päikese- ja/või tuuleenergiaparkide rajamisel loodavate töökohtade arv väike ja võrdlemisi suurt ala teenindavad vähesed isikud ei too kaasa liikluskoormuse kasvu, kui see peaks osutuma muu tegevuse suhtes takistuseks. Piisavalt suure energiapargi olemasolul on pidev vajadus kohapealse kõrgepalgalise hooldusmeeskonna järele, mis võib suurendada ka kohaliku omavalitsuse tulubaasi.

Veebasseini tekkimisel on võimalik ala kasutada ka kalakasvatuseks. Kalakasvatuse eelduseks on ilmselt üldjuhul läbiv veevool. Kalakasvanduse kavandamisel tuleb hinnata mõju ümbritsevale keskkonnale – suur toitainerikkus võib rikkuda mõjutatava vee-elustiku tasakaalu. (Vaata ka peatükki Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad). Piisava mullakihi säilitamisel ja taas laialilaotamisel on mõeldav ka põllumajandusliku eesmärgiga aiandilaadne tegevus. Võimaliku nõlvadega ääristuse korral tekib tuulte eest suletud siseruum, kus on võimalik kujundada taimestikule paremad tingimused, ohuks on aga külmade õhumasside vajumine madalamatele aladele. Läbi ajaloo on ehitatud soojalembesematele taimedele väikeaedasid kivimüüridega – kasutades ära tehismaastikku ning korrastamisprojekti tehes on tavapärasest erineva paigutamise korral võimalik luua ka allesjäävast materjalist piiratud ruumid.

9.3. Kaevandamisala kujundamine teemaaks

Heiki Kalberg, Erki Niitlaan

Vahetult maanteedega külgnevaid ammendatud karjääre saab kasutusele võtta maanteed toetava puhke- ja teenusekohana, harvem suuremate liiklussõlmede rajamiseks. Maantee puhkekoht võib olla ainult parkimise ja tualetiga või

tankimis-, toitlustus- või ööbimisteenusega keskus. Raudtee puhul on piisava suurusega alal ja kaubavoogude olemasolul võimalik ka logistikakeskuse rajamine, samas on raudteeühendusega või sellega külgnevaid karjääre Eestis vähe (Väo, Harku, Lõuna-Aru).

Näide endise karjääri mitmeotstarbelisest kasutamisest on nn **Hollywoodi mäe juures paiknev kompleks** Tartumaal (Pilt 9.7). Vt ka peatükki Juurdepääsetavus ja muu tehniline taristu.

Pilt 9.7. Laeva kruusakarjääri Tartumaal Tallinna-Tartu maantee ääres on rajatud tankla, söögikoht ja parkla.
Foto: Üllar Rammul; 26.12.2016

Samas tuleb arvestada, et mistahes aktiivse maakasutuse planeerimisel tuleb ilmelt täiendada vana või rajada sootuks uus teedevõrk ja see olemasoleva teedevõrguga ühendada. Nii näiteks on toimunud Väo lubjakivikarjääris, uue teedevõrgu rajamise näeb ette ka koostatav detailplaneering.

Suuremate liiklussõlmede rajamine karjääri on harva esinev olukord, kuna olemasolev teedevõrk karjääre üldiselt ei läbi, vaid läheb nende ümber ning vähetõenäoline on olukord, kus tee-ehitust õnnestub kavandada karjääri korrastamisega ühel ajal. Samas on üsna sagedased olukorrad, kus karjääre läbivad kohaliku tähtsusega teed, mis sageli on kaevandamise ajaks ka võib-olla kõrvale tõstetud ja korrastamise ajal tõstetakse oma algsele kohale tagasi.

Sellisel juhul hõlmab teemaa karjääris ainult väikese osa ning tee-ehitusel tuleb arvestada tavapäraste projekteerimis- ja ehitamistingimustega.

9.4. Kaevandamisala kujundamine virgestuseks

Heiki Kalberg, Üllar Rammul, Enno Reinsalu

Tavapäraste virgestusalade,[125] näiteks kaitse- või puhkealade ja asulate haljasvööndite kõrval saab virgestuseks (siin mõistetakse virgestuse all ka sporti) edukalt korrastada ka karjääre. Lähtuvalt virgestusala eesmärgist saab juba korrastamisplaani koostades kujundada ka sobiva maastiku- või pinnavormi. Ka enimlevinud korrastamisviis, metsastamine, sisaldab virgestuse elemente. Inimeste maastikul viibimist soodustades tuleb ohutuspõhimõttest lähtuvalt tagada ka nõuetekohane nõlvus (vt peatükki Nõlvade kujundamine). Mitmesuguseid virgestusvõimalusi pakuvad karjääridesse kujunenud veekogud (vt peatükki Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad).

Eestis on tavatsetud karjääre virgestuseks kasutada peamiselt investeeringuid vähe nõudval viisil: sinna on tehtud mänguväljak, kelgutamägi, terviserajad jms. Selles peatükis on mõned näited ka mujalt maailmast, meile võõrastelt söekaevandusaladelt, kus mastaapsusest tulenevalt on tehtud ka kapitalimahukamaid lahendusi. Kui kujutleda ühte endist karjääri tuleviku virgestusalana, siis võiks seal olla tervise-, matka-, loodus-, seiklus-, ratsutamis- ja seene-marjarajad, ujumiskoht hüppetorniga, veealune vaatamisväärsus sukeldujatele, veesuusarada vedamissüsteemiga, sopid kalameestele kalapüügiks, paadi või väikelaevaga sõitmise võimalus, vaatetorn, kelgu-, tuubi-, (mäe)suusa-, *bmx*-nõlvad, väljakutset esitavad rajad (mootor)ratta-, ATV- või lumesaanisõiduks, ratsutamisväljak, *agility*-väljak, (*disc*)golfiala, piknikukohad, amfiteater-laululava-jaanituleplats. See nimekiri ei ole lõplik, kuid annab aimu, kui laiad on kasutusvõimalused vaid üksnes virgestuse vaatenurgast. Kui see kõik veel siduda ka metsakasvatuse või üldisemalt looduse juhtkasutusega, on võimalik saada vaheldusrikas, meeldiv ja kasutoov maastik.

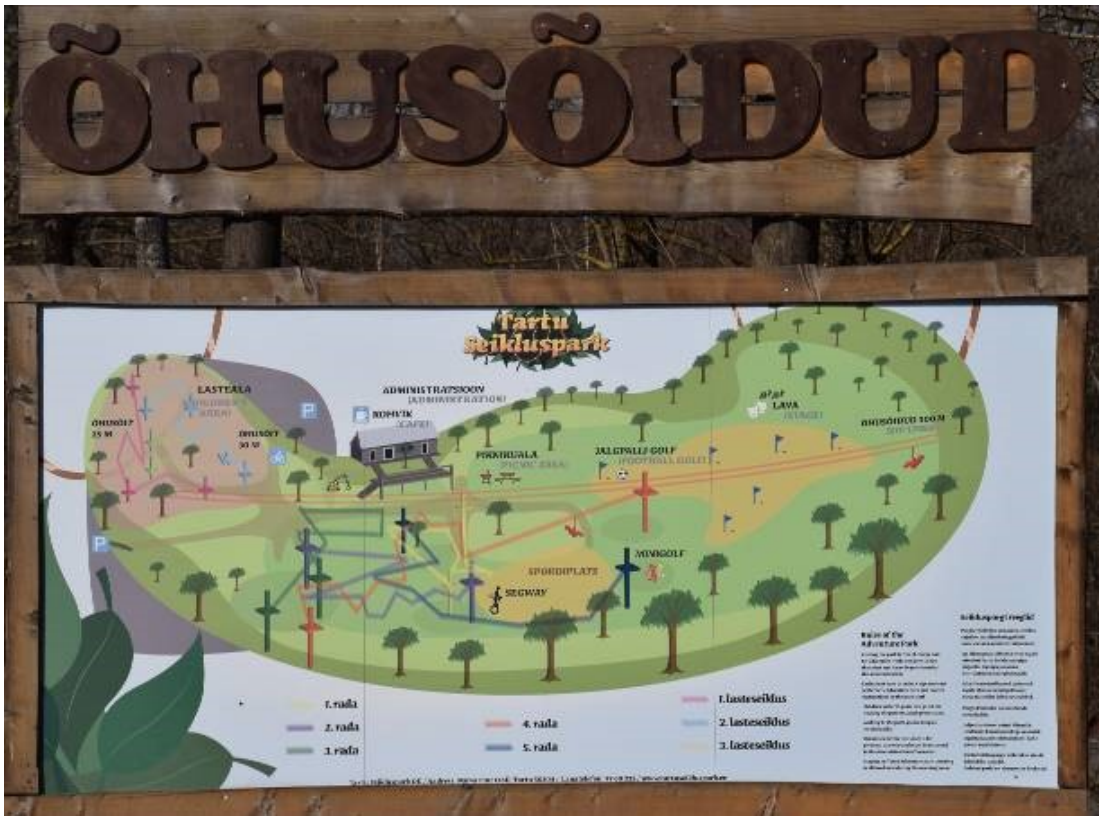
125 *Rekreatsioon* – töövõime (ja tervise) taastamine aktiivse puhkusega looduses (eriti selleks loodud või kohandatud puhkealadel), virgestus. („Eesti keele seletav sõnaraamat“, 2009)

Ehitusmaavarakarjääride sihipärase korrastamise ajaloolisi näiteid on Tallinnast **Lasnamäe kivimurdudest**. Tavalise ja mägimänni puistute lapikesi on säilinud Narva maantee ja Saaremaa puiestee ristumiskohas. Saneeritud kivimurd, Meriheina männik Lasnamäel on kasutusel lasteaia mängumaana (Reinsalu, 2016b).

Pilt 9.8. Lumerõõmud Tartu Kassitoomel. Endises karjääriaugus on üksikud puud, mille vahelt saab liugu lasta.
Foto: Heiki Kalberg; 21.01.2007

Tartu linna armastatud vabaõhuürituste koht **Kassitoomel** paikneb endises ehitusliiva- ja savikarjääris, kus kaevandamine lõppes enam kui sada aastat tagasi. 19. sajandi lõpus karjäär haljastati ja nüüdseks on alale kujunenud park, mis on populaarne ajaloo- ja turismiobjekt ning puhkeala – aasta ringi saab seal jalutada ja treenida, kevadest sügiseni peetakse kontserte, talvel eelkõige kelgutatakse (Pilt 9.8). Vastlapäeval käib siit läbi suurem osa Tartu nooruslikest inimestest. Kassitoome on osa kaitsealusest Toomemäe pargist.

Tartu linnas Eesti Rahva Muuseumi peahoone ligiduses Narva maantee ääres on mõlemal pool teed olevad karjäärialad (Narva mnt 126 ja Narva mnt 171) võetud kasutusele vabaõhupuhkuse eesmärgil. Ühel aladest tegutseb **Tartu seikluspark**,[126] kus on võimalik pikalt trossil rippes liuelda, ronida seiklusradadel maastikul ja puudel (Pilt 9.9, Pilt 9.10, Pilt 9.11). Suvisel ajal kasutatakse osa alast ka vabaõhuetenduste korraldamiseks – vaheldusrikas maastik, hea asukoht ja suur huviliste arv võimaldab ala nii sportlikku kui ka kultuurielamuslikku kasutamist.



Pilt 9.9. Tartu seiklusparki tutvustav plakat, mis näitab ala kasutusi.
Foto: Heiki Kalberg; 12.03.2017

126 Vt Tartu seikluspark: http://www.tartuseikluspark.ee/

Pilt 9.10. Vaade Tartu seikluspargile õhusõidutrosside küljest, endise karjääri servast. Otse ees all teatriosa, paremal pool paviljon teenuste ja toitlustuse pakkumiseks, vasakul seiklusrada puudel ja maapinnal. Pikk õhusõit läheb ala keskelt kausi teise serva.
Foto: Heiki Kalberg; 12.03.2017

Pilt 9.11. Vaade Tartu seikluspargile pargi sees. Paremal ja taamal endise karjääri nõlvad. Aja jooksul on karjääri kasvanud puud, mille külge on tehtud seiklusrada.
Foto: Heiki Kalberg; 12.03.2017

Seikluspargist teisel pool teed tegutseb **Tartu lumepark**, kus on kelgu- ja tuubirajad (Pilt 9.12). Lumepargi kasutamise aeg on lühem – kui seikluspargis on võimalik ronida aasta ringi, siis lumepargina on ala kasutatav ainult vähesel ajal aastast. Lumepargi juurde oleks võimalik siduda jalgratta- või jooksutegevus, ent kas ala arendajad seda teevad, näitab aeg.

Pilt 9.12. Vaade Tartu lumepargile. Lumi on sulamata nõlvaosadelt, millel toimus kelgutamine, tuubitamine, keskel on näha tõstuk.
Foto: Heiki Kalberg; 12.03.2017

Ehitusmaavarakarjääri korrastamisel rajatakse enamasti tarbeveekogu või veekogude ja spordirajatistega puhkeala (Reinsalu, 2016b). Korrastatud liiva-kruusamaardlasse on rajatud tehisjärv Valgamaal **Restu** külas (Pilt 9.13). Veekogu kasutatakse kalakasvatuseks ja puhkealana. Järve keskele ulatuval poolsaarel paikneb eramu. Toodud näide on juhtumist, kus karjäär rajati olemasoleva elamu ümber. Juhul kui olemasolevad hooned puuduvad ja maavaravaru soovitakse täies mahus realiseerida, pole selline lahendus ilmselt võimalik.

Pilt 9.13. Järveks korrastatud liivakarjäär eramuga poolsaarel.
Foto: Ain Põldvere; 19.03.2015

Karjäärijärvede puhtus loob soodsad võimalused puhkemaastike rajamiseks, näiteks puhkealaks saneeritud **Lasnamäe paemurd** Tallinnas (Pilt 9.14). Olmevee ja jäätmetega reostamata Lõunakarjääri vesi on isegi puhtam kui Maardu järve supluskoha vesi (Reinsalu, 2016b).

Pilt 9.14. Lasnamäe paepark – puhkealaks korrastatud paemurd.
Foto: Peeter Koll; 14.10.2016

Karjääride kasutamine moto- ja jalgrattaspordiks

Korrastatud karjääre saab kasutada motospordikeskuste rajamiseks ehk mitte lihtsalt motoraja, vaid polüfunktsionaalse vabaaja- ja võistluskeskuse väljaarendamiseks. Olenevalt konkreetsest alast on võimalik motospordi kõrval uisutada, sõita rattaga, ratsutada. Keskusi saavad kasutada mitmesugused huviringid (tehnika- ja kardiring jt). Motospordiga kaasneb müra, mistõttu on vajalik arvestada naabruskonna elanikega. Müra leevendab karjääri augus olemine. Naabruskonnale häiringuid tekitava taaskasutuse kavandamine tuleb korrastamise avalikel aruteludel läbi arutada, et saada teada kohaliku elanikkonna seisukoht.

MTÜ Speedline Baltic on võtnud Kohila vallavalitsuselt rendile **Alesti karjääri** ja kavatseb karjääriala pärast maavara kaevandamist korrastada ning arendada moto- ja puhkekompleksiks. Jeti- ja *wake*-lauasõidu ning krossisõidu võimalusi pakkuv puhkekompleks on kavandatud osaliselt avalikku kasutusse. Praeguseks on puhkekompleksi järk-järgult välja ehitatud, laiendatakse ja süvendatakse veekogu, tehisjärve kaldale on vaba aja veetmiseks ehitatud hooned ja rajatised. (Rüütel, 2015)

Matkarajad

Euroopa matkamise hea tava rõhutab muu hulgas, et peab austama ja mõistma piirkonna eripära (European Ramblers Association, 2002).[127] Eripära mõistmine sõltub objekti oskuslikust eksponeerimisest ja tutvustamisest. Sõltuvalt karjääri suurusest ja asukohast võib korrastatud karjääri rajada matkaraja. Karjäär võib olla ka matkaraja osa.

Sõudekanalid

Eestis on rajatud üks rahvusvahelistele nõuetele vastav sõudekanal – Aidu sõudekanal, mis on 2012. aastal suletud põlevkivikarjääris. 2011. aastal kehtestati ala teemaplaneering ja 2013. aasta augustis valmis 2,3 km pikkune

127 Euroopa matkamise hea tava: http://www.era-ewv-ferp.com/enjoyable-walking/european-walking-code/

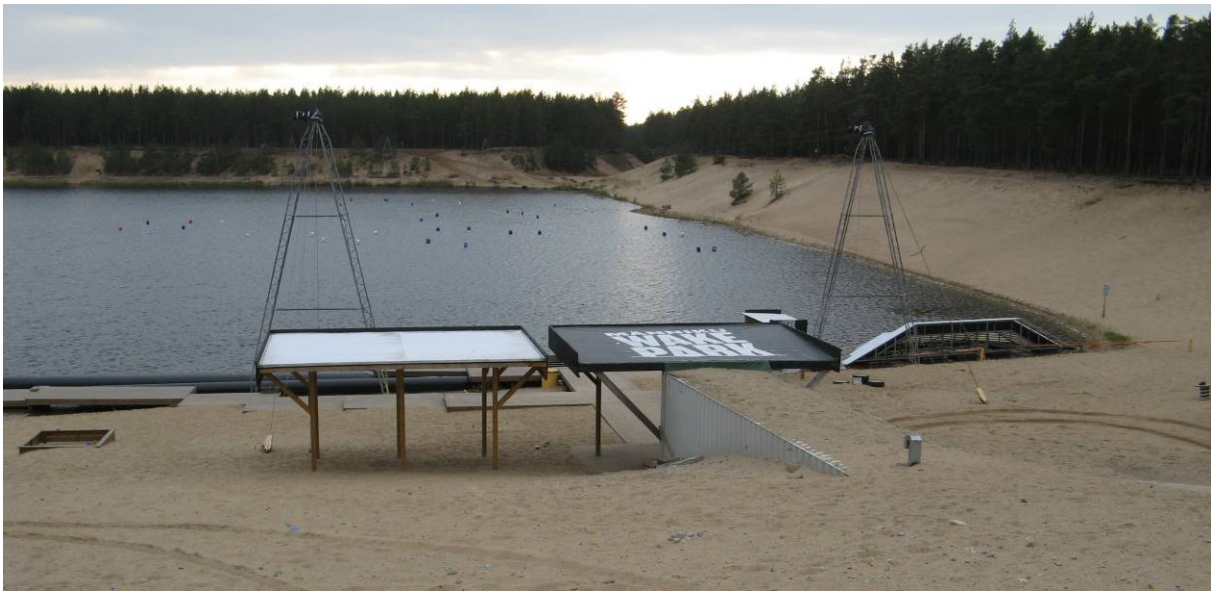
kanal. Kaevandusalade taaskasutuse võtmes on peamine selliste kanalite asukoht Ida-Virumaa ja ühest sinna piisab. Aidus on kanal, kuid pole inimesi, traditsiooniline sõudelinn Pärnu on Aidust väga kaugel. Aidu sõudekanali toimivust näitab aeg.

Ka Tartu Annelinna planeerides kavandati Tartusse kahe kilomeetri pikkune sõudekanal. Annelinna majade ümber vajalik täitepinnas kaevandati Anne kanali alalt. Sõudekanali poolitas Sõpruse sild kaheks lühikeseks tükiks, mis ei võimaldanud esialgu plaanitud sõudekanalit kasutusele võtta sõudjate jaoks, küll aga on see kasutusel nii suplejatele, kalameestele kui ka kanali ja jõe vahelise roheala kasutajatele.

Lisaks eelnevale on pikemas perspektiivis head eeldused esindusliku sõudekanali rajamiseks Tallinna-Saku liivakarjääri Männiku järves, kus on vaja väljata eramaale jääv liivavaru ja lahendada sõudekanali koostoimivus kaitsealuste liikide elupaikadega.

Veelauasõit

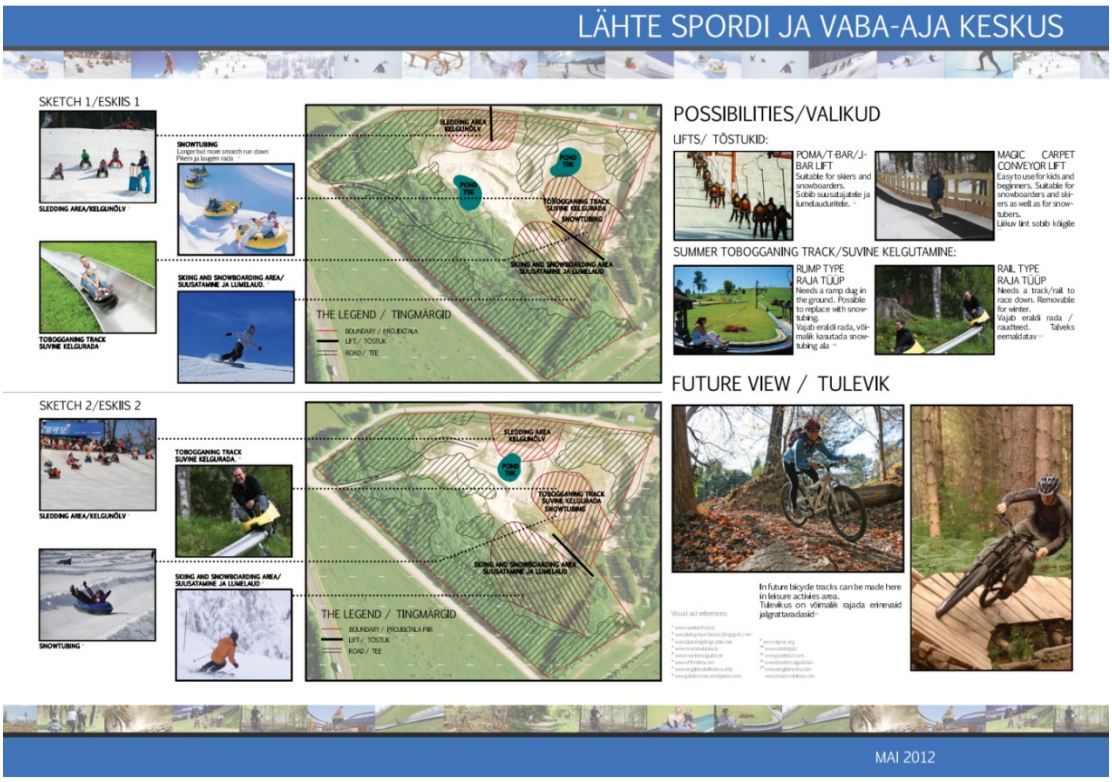
Saku vallas paiknenud liivakarjääri tekkinud järve nimetatakse Valdeku järveks. Karjäär on korrastatud puhkealaks. Peale rannamõnude nautimise saab harrastada veelauasõitu kaablipargis ehk *cablewakeboarding*'ut. Alal tegutseb **Männiku Wakepark** (Pilt 9.15). Veelaudurit veab paadi asemel edasi kahest mastist koosnev süsteem ja elektrimootor.



Pilt 9.15. Veepark Valdeku karjääris.
Foto: Üllar Rammul; 21.10.2016

Tervise- (jooksu-, suusa-, rulluisu-, seiklus-)rajad

Hea näide kaevandamisala kasutamisel virgestuseks on **Lähte Palalinn** Tartumaal. Osal alast on olnud kruusa kaevandamine aastakümneid tagasi ja osal alast see veel käib. Endine kaevandamisala on kasutusel terviseradadena (suusatamine, rattasõit, jooks), supluskohana ja tänu vaatetornile ka vaatekohana. Alal on valgustatud suusarajad, toimuvad võistlused, ligidal olev koolikompleks toetab võistluste ajal taristuna. Töös olevale karjääriosale on hakatud kohaliku omavalitsuse eestvedamisel kavandama sulgemisjärgseid uusi tegevusi, et sulgemisel saaks kaevandaja kohe korrigeerida nõlvad sobivaks. Juurde on kavandatud nii talviseid kui ka suviseid tegevusi. Peale sportlikumate tegevuste on kavandatud ka rahva kooskäimise koht, ööbimisvõimalused ning endise linnuse kui kultuuriväärtuse eksponeerimine. Maa-ala on väike, kuid tänu muutlikule reljeefile ning metsatükkidega suletud vaadetele on erineva pikkusega ja raskusega radasid ning radadel kulgejale tundub ala suurem, kui see tegelikult on. Kompaktsus tagab ala efektiivse majandamise nii igapäevase hoolduse mõttes kui ka võistluste ajal. Ala on lülitatud Tartumaa suusavõistluste sarja, radade kasutajaid on mitmekümne kilomeetri raadiusest. Allpool (Pilt 9.16) on eskiislahendused töös oleva kaevandamisala kasutuselevõtuks ja kogu ala tervikplaan.



Pilt 9.16. Aastal 2012 töös olnud karjääriosale tuleviku kavandamine, eskiislahendus karjääri kasutamisest pärast kaevandamise lõpetamist.
Skeemi koostanud: Heiki Kalberg, Tanel Breede, Jolanta Krivina (Artes Terrae OÜ); 2012

Mägironimine

Paekarjääre ning võimalik ka, et kruusakarjääre on võimalik kasutada mägironimiseks. Tallinna lähedal Väo lubjakivikarjääris toimus mägironimise harjutamine. Teada on, et ka Tartus Toomemäe nõlvadel on treenitud.

9.5. Karjääride kasutamine sündmuste korraldamiseks

Üllar Rammul

Karjääri profiil loob eeldused karjääride korrastamiseks kontserdi-, laada-, messi- või peopaigaks.

Karjääri põhja tasane, tallamist kannatav ja avatud ala sobib eksponaatidele ja esinejatele, nõlvu saavad kasutada pealtvaatajad. Kasutuselevõttu peavad aga toetama karjääri muud iseloomulikud omadused – pind peab olema käidav või sõidetav nii kuiva kui ka märja ilmaga, taimestik peab kinni hoidma võimalikku materjali lendumist. Ohtudeks on sajuse ilmaga pinnakatte poriseks muutumine, kuiva ilmaga tolmamine või liivakarjääri puhul lausa liiva lendamine. Peale tehniliste omaduste mängib rolli ka korraldatava sündmuse ainulaadsus ja kättesaadavus.

Lavassaare alevis Pärnumaal paiknevasse **Lavassaare kruusakarjääri** mäeeraldise alale on rajatud puhkeala, mida kasutatakse tantsu- ja teiste rahvaürituste korraldamiseks. Endise karjääri tasandatud põhi ja nõlvad on murukattega. Nõlvade tõusunurk tagab hea nähtavuse pealtvaatajatele. Eespool nimetatud Tartu Kassitoome ja seikluspargi ala on samuti kasutusel olnud kontserdi- ja teatrietenduste paigana (vt peatükki Kaevandamisala kujundamine virgestuseks).

Rapla maakonnas Käru vallas asuvasse **Tootsi-Kõnnu endise kruusakarjääri** piirkonda on rajatud aktiivse puhkuse ala. Toosikannu puhkekeskuse põhikompleks paikneb keskuse südames asuva järve ümbruses. Puhkekeskus pakub mitmeid aktiivse puhkuse veetmise vorme ja ürituste korraldamise võimalusi.

Mahajäetud **Rummu karjäär** koos kõrval paikneva endise vangla ja atraktiivsete sõlmepuistangutega on pälvinud festivalide korraldamiseks unikaalseid asukohti otsiva Rootsi klubikultuuriettevõtte Music Goes Further tähelepanu ja 2017. aasta suvel toimus seal elektroonilise muusika festival Into the Valley, järjekorras teine pärast esmaüritust Rootsis endises Dalhalla paekarjääris. Festivali Into the Valley toimumiskoha valiku põhikriteeriumide hulgas on väga eriline asukoht ning piisav suurus, et mahutada kolm-neli lava ja telkla (Tomps, 2017). Into the Valley tõi Rummusse 69 elektroonilise muusika tippu ja ligi 6000 festivalikülastajat (Wahl, 2017). (Vaata ka peatükki Paekarjääride järelkasutuse võimalused).

9.6. Karjääride looduse ja tööstuspärandi tutvustamine, karjääride kasutamine õppetöös

Üllar Rammul, Liis Keerberg

Korrastatud karjäärides on võimalik kujundada sobivaid-esinduslikke elupaiku paljudele, sealhulgas kaitsealustele liikidele (vt peatükke Liiva- ja kruusa karjääride bioloogiline korrastamine, Savikarjääride bioloogiline korrastamine, Paekarjääride bioloogiline korrastamine, Veekogude kujundamise võimalused ja kasutussuunad), samuti tutvustada geoloogilisi vaatamisväärsusi ja tööstuspärandit.

Tänapäeva inimesed on üha enam loodusest võõrdumas ja seetõttu muutub järjest aktuaalsemaks praktiline õpe. Korrastatud karjäärides on võimalik tutvustada nii tööstuspärandit kui ka eluta ning elus loodust ja selle taastamise erinevaid võimalusi, ehitusmaavarade kasutamist ja kasutamise ajalugu laiemale avalikkusele ning korraldada õppetööd. Ala kasutusvõimalused (geo)turismis ja hariduses sõltuvad asukohast, juurdepääsetavusest, elupaikade ja elustiku iseärasustest ja liikide kaitseks seatud piirangutest. Uueks otstarbeks on vaja kohandada endised kaevandusehitised: hooned, puistangud, teed ja kaevandamise tulemusel tekkinud veekogud. Aktiivse kasutusega alade kujundamisel on väga oluline arvestada inimeste ohutusega.

Taastatud alasid saab suurepäraselt kasutada õppevahendina – tutvustada taastamist, selle tulemusel rajatud elupaiku ja nendes kujunenud elustikku õpilastele, kohalikele elanikele ja teistele huvirühmadele.

Eestis on sihtliikidele elupaikade kavandamine ammendatud karjääridesse veel üsna erandlik, seetõttu tuleks olemaolevate taastatud elupaikade tutvustamisel kasutada kõiki võimalusi.

Karjäärides paljandunud ladestute, lademete ja kihistute abil saab käsitleda Maa kujunemist. Kivististe abil saab tutvustada Maal kunagi elanud organisme ja elu ajalugu Maal.

Korrastatud kaevandamis- ja uuringualadel on võimalik pidada loodusõpetuse, geograafia, bioloogia tunde, soovi korral ka integreeritud õppepäevi, kuhu on kaasatud ka teiste ainete õpetajad ja kujundada õpilastes riikliku õppekava kohaseid pädevusi, nagu näiteks tajuda ja väärtustada oma seotust teiste inimeste, ühiskonna, looduse, oma maa kultuuripärandiga, väärtustada kultuurilist ja looduslikku mitmekesisust; analüüsida oma käitumist erinevates olukordades; käituda ohutult ja järgida tervislikke eluviise; suutlikkust organiseerida õppekeskkonda individuaalselt ja rühmas ning hankida õppimiseks, hobideks ja karjäärivalikuteks vajaminevat teavet; planeerida õppimist ja seda plaani järgida; kasutada õpitut erinevates olukordades ja probleeme lahendades; seostada omandatud teadmisi varem õpituga; lugeda, eristada ja mõista teabe- ja tarbetekste, mõista loodusteaduste ja tehnoloogia olulisust ja piiranguid; korraldada ühistegevusi ja neist osa võtta.

Maailma mäeõppe praktikas on tavapärased katsekarjäärid ja -kaevandused, nimetame neid tinglikult näiteks laboriks. Eesti oludes selline asi puudub, aga võiks olla. Selleks ei ole vaja mitut karjääri, piisab ühe karjääri paarihektarilisest osast.

Õppetöö sisu lähtub üldhariduskoolide riiklikust õppekavast, korrastatud ala olemusest ning klassikollektiivi iseärasustest. Õppetöö väljaspool klassiruumi ehk õuesõpe annab võimaluse omandada välitingimustes töötamise kogemusi.

Õppetöö juures tuleb arvestada, et varustus peab olema otstarbekas, vastupidav, kerge, vastama õppetöö liigile ja aastaajale. Kehtib kuldne reegel „võta kaasa nii palju kui vajalik ja nii vähe kui võimalik“. Otstarbekas on koostada kaasavõetava varustuse kohta nimestikud (isikliku ja rühmavarustuse kohta eraldi). Erilist tähelepanu on vajalik pöörata riietuse ja jalatsite valikule. Õppekäiku planeerides oleks vajalik juba klassis õpilastele selgitada õppekäigu eesmärke ja korraldust ja ohutu käitumise reegleid.

Otsustamaks korrastatavaks kavandatud ala sobivuse kohta hariduslike eesmärkide tarbeks, tuleks silmas pidada järgmisi asjaolusid: ligipääsetavus (teed, parkimisvõimalus), kaugus lähimatest asulatest ja haridusasutustest, potentsiaal turismi seisukohast, sh kohalik tähtsus, üleriigiline ja rahvusvaheline tähtsus.

Õpperajad

Üheks võimaluseks alade taastamise, elustiku, geoloogia ja kultuuripärandi tutvustamisel on õpperajad.

Õpperaja algusesse või parklasse on soovitatav paigaldada ala skeem koos ala tutvustuse, soovitatava liikumistee ning käitumis- ja ohutusnõuetega. Tähtsamate objektide juurde ja õppeväljakutele võiks paigutada infotahvlid.

Infotahvlite valmistamisel tuleks valida ilmastikukindlad (sademed, ultraviolettkiirgus) materjalid. Suurema külastuskoormusega piirkondades võiks kasutada grafitikaitsekilet. Võimaluse korral tuleks esitada info peale eesti keele ka vene ja inglise keeles, sõltuvalt potentsiaalsetest lugejatest.

Kui õpperada ei kulge mööda hästi jälgitavad teed või rada, tuleks eksimise vältimiseks rajale paigaldada suunaviidad.

Suunaviida või muu rajatähise juurest peaks olema nähtav üks tähis ette- ja üks tähis tahapoole. Kui rada plaanitakse kasutada ka talvisel ajal, tuleb tagada rajal orienteerumine ka lume korral. Võimaluse korral tuleks tagada juurdepääs

erivajadustega inimestele. Oluline on jälgida info ajakohasust, taristu ja infokandjate korrasolekut. Korraldada prügimajandus.

Õpperaja kohta koostatakse juhendid õpetajale, mis tuleks enne kavandatavat õppekäiku läbi töötada, ja töölehed, ülesandekaardid jms, mis tuleks enne õppkäiku välja trükkida (sel juhul olgu õpilastel kaasas kirjutusvahend ja tugevam kirjutusalus) või kasutada nutiseadmes.

Porkuni paemuuseum

Paemuuseum paikneb Porkuni piiskopilinnuse väravatornis. Muuseumis saab ülevaate Eesti rahvuskivist – paekivist. Ekspositsioon tutvustab paekivi tekkelugu, kivistisi, levikut ja kasutust. Muuseum pakub õppeprogramme lasteaiale, põhikoolikoolile ja gümnaasiumile (Porkuni paemuuseum, 2016).

Muusemi juurest algab ja lõpeb energiarada, mille suurim vaatamisväärsus on Porkuni vana paemurd. Hiljuti korrastatud paljandi seinas võib näha suurt osa ordoviitsiumi ülemisest, Porkuni lademest. **Porkuni vana paemurd** asub kunagise Porkuni mõisa parkmetsa loodeosas, mis võimaldab lisaks tavapärastele liikidele tutvuda ka siin-seal säilinud võõrapäraste, mõisaajast pärit puude-põõsastega. (Porkuni paemuuseum, 2016)

Võimalik on tutvuda ka ümbruskonna ajaloo ja kultuuripärandiga.

Porkuni paemuuseum haldab ka **Tamsalu lubjaparki**. Tamsalu Lubjapark on loodus- ja pärandkultuuri objekt, kus mahajäetud tööstusmaastikust on muuseumi, Tamsalu vallavalitsuse, gümnaasiumi ja Eesti Paeliidu koostöös kujundatud omanäoline vaatamisväärsus, rahvusvahelise tähtsusega teadus- ja ökoturismi objekt ning õpikeskkond koolidele (Tell, 2006). Lubja põletamine lõpetati siin 1980. aastal (Porkuni paemuuseum, 2016).

Lubja toorainet – paasi – murti lähedalasuvatest paemurdudest. Tamsalu lubjaparki kuuluvad üle sajandi vanused tootmishooned, mahajäetud paemurrud (Pilt 8.9 ja Pilt 8.10), puistangualad, looduslik mets ning looduse- ja pärandkultuuri õpperajad. Tutvuda saab mitut tüüpi lubjapõletusahjudega, sh hiiglaslike ringahjudega (Visit Pandivere, 2016) (Pilt 9.17), paemurru põhja ja tuhapuistangute loodustumisega.

Pilt 9.17. Ringahi Tamsalu lubjapargis.
Foto: Peeter Koll; 07.10.2016

Olulisemad objektid on tähistatud siltide ja infotahvlitega (Pilt 9.18). Lubjapark on kuuluvad Porkuni paemuuseumist lähtuvate õppekäikude kavadesse ja turismimarsruutidesse. SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse toel on valminud internetist allalaaditav pae õpimapp,[128] milles on illustreeritud infolehed ja töölehed esimese, teise ja kolmanda kooliastme õpilastele.

Õpilastele on välja töötatud ühe- ja kahepäevased õppeprogrammid (Porkuni paemuuseum, 2016). Õppeprogrammid käsitlevad peamiselt paekivi ja lubjaga seotud teemasid, kuid tutvustavad ka kohalikku taimestikku. Praktilisi tegevusi pakutakse töötubades: lubja põletamine, paekivi tahumine, paekivist meenete valmistamine, lubimördi valmistamine ja krohvimine eri aluspindadele, lubivärvi valmistamine ja värvimine, paemüüri ja kiviaia ladumine, tutvumine lubjapargi loodusrajaga jt.[129]

Täpsemat teavet Tamsalu lubjapargi kohta saab küsida Porkuni paemuuseumist.

128 Vt pae õpimappi: http://tamsalu.kovtp.ee/pae-opimapp
129 Õppeprogrammid: http://www.paemuuseum.ee/paemuuseum/tamsalu-lubjapark/

Pilt 9.18. Endine paemurd siltide ja infotahvlitega.
Foto: Üllar Rammul; 07.10.2016

Piusa koobastiku külastuskeskus

Üheks näiteks integreeritud lahendustest (virgestus pluss haridus) on Piusa koobastik. Koobastik paikneb Kagu-Eesti lavamaa lõunaosas, Põlvamaal Orava vallas Piusa külas. Piusa liivakoopad on tekkinud käsitsi klaasiliiva ehk kvartsiliiva kaevandamisel, mis kestis 1966. aastani.

Koobastesse kujunes Baltimaade suurim nahkhiirte talvitumiskoloonia. 1981. aastal moodustatud Piusa koobastiku looduskaitseala peamiseks kaitse-eesmärgiks ongi nahkhiirte talvituskoloonia ja allmaakaeveõõnte kaitse, uurimine ja tutvustamine. Lisaks võib koobastiku lähedal asuva karjääri vanematest osadest leida kaitsealuseid taimi ja kahepaikseid, näiteks harivesilikku (Piusa külastuskeskus, 2017).

2007. aastal suleti koopaavad ja rajati kinnine vaateplatvorm. Piusa koobastiku külastuskeskus avati looduskaitsealal 2010. aastal. Külastuskeskuse eesmärk on kaasa aidata Piusa koobastiku ja kaitsealuste liikide kaitsele ja korraldada külastajate turvalisust. Külastuskeskuses on kinnine vaateplatvorm, muuseum,

seminariruum ja kohvik. Külastuskeskus pakub töötubasid ja õpilastele programme bioloogias ja geograafias (Piusa külastuskeskus, 2017).

Külastuskeskus on avatud aasta läbi, suvel saab keskusesse sõita rongiga (Piusa külastuskeskus, 2017). Keskuse ligidal on käsitööpoed, keraamikatöökoda-ateljee ja mänguväljak. Piusa koobastik ja selle ümbrus moodustavad suurepärase kompleksi vaba aja veetmiseks ja õppetööks nii valla elanikele kui ka külalistele Eestist ja kaugemalt.

Veskijärve liivakarjäärid

Veskijärve nõukogudeaegsed karjäärid paiknevad Läänemaa suursoos 1 km kaugusel Veskijärvest. Järve ümbruses 2008. aastal toimunud ulatuslik (üle 800 ha) metsapõleng on avanud vaate huvitavatele pinnavormidele, mille tekkelugu jääb aastatuhandete taha, kui järv eraldus Litoriinamerest.[130]

Veskijärve lähistele on RMK rajatud parklad ja puhkekohad võimaldavad piirkonda kasutada puhke- (kalapüük, ujumine, pikniku pidamine) ja hariduslikel eesmärkidel. Karjääri korraldatakse õpilasekskursioone, mille käigus tutvustatakse Eesti pinnamoodi ja selle kujunemist, erineva tekkega pinnavorme, mere mõju liivaaladel, veekogude kasutamist ja kaitset.

Veskijärve ümbruse vanades karjäärides paikneb üks väheseid kõre ehk juttselg-kärnkonna elujõulisi populatsioone Eestis. Liigi tutvustamiseks ja häirimise vähendamiseks on Veskijärve piirkonda paigaldatud infotahvlid, mis juhivad külastajate tähelepanu kõre ja kivisisalku olemasolule piirkonnas ning annavad külastajatele käitumisjuhiseid.

Needingworthi liiva- ja kruusakarjääride võrgustik Ühendkuningriigis

Rahvusvahelise kontserni Heidelberg Cementi ja linnukaitseorganisatsiooni BirdLife'i koostööleppega on käimas pikaajaline projekt, millega kujundatakse ulatuslik Needingworthi liiva- ja kruusakarjääride võrgustik veekogude, rohumaa ja roostikualaga märgalakompleksiks. Töö toimub Heidelberg Cementi tütarfirma

130 Vt täpsemalt Nõva puhkeala kohta: http://www.loodusegakoos.ee/kuhuminna/puhkealad/nova-puhkeala/1465

ja Ühendkuningriigis tegutseva linnukaitseorganisatsiooni (RSPB) koostöös. Märgalal pesitseb juba arvukalt linde, sealhulgas kaitsealuseid liike. (Keerberg, 2015)

Külastajatele on linnurikas märgala aasta ringi avatud, liikuda saab selleks ettenähtud radadel.

9.7. Karjääride korrastamine riigikaitse otstarbeks

Üllar Rammul, Kristjan Moora, Heiki Kalberg

Viimastel aastatel on kaitseväele ja kaitseliidule rajatud harjutusalade ja kaitseväe keskpolügooni kasutuskoormus oluliselt tõusnud. Pingestunud rahvusvahelises olukorras tuleb meil arvestada Eestisse paigutatud NATO liitlaste allüksuste väljaõppevajadusega ja Eesti kaitseväele hangitavate uute relvasüsteemide kasutuselevõtuga.

Senistest väljaõppealadest kõigi väljaõppesse kaasatud allüksuste jaoks enam ei piisa, tuleb leida võimalused allüksustele sõjaliseks väljaõppeks sobivate harjutusalade ja ajutiste laskepaikade kasutuselevõtuks. Mõned ammendatud karjäärid sobivad sel eesmärgil hästi, nende karjääride korrastamist kavandades tuleks selle vajadusega arvestada.

Paljud karjäärid sobivad tänu avatud maastikule ja kaevandamise tulemusel kuhjatud pinnasevallidele **laskeharjutusteks**. Vaatlusele avatud maastik karjäärisüvendis ning karjääris ja piisava kõrgusega pinnasevallid selle nõlvadel võimaldavad tagada karjäärisüvendisse rajatud laskepaiga ohutuse.

Pinnase poolest sobivad laskeharjutusteks kõige paremini liivakarjäärid.

Ilma suuremate kivideta liiva- ja mullapinnasest kuulid sisuliselt ei rikošeti. Dolokivikarjäärides saab vallid rajada ka dolokivi jäätmetest, kuid rikošetiohu minimeerimiseks tuleks need vallid katta laskesuunalt ja pealt dolokivi sõelmetega (kõige peenem fraktsioon) või karjääri alalt varem kooritud pinnasega. Karjääri pinnas on oluline ka laskepaikades vajaliku tuleohutuse seisukohalt.

Laskepaikadeks sobivamate karjääride valikul tuleb ohutuse seisukohalt eelistada asulatest ning suurema liiklusega maanteedest piisaval kaugusel paiknevaid karjääre.

Kaitseväele ja kaitseliidule seni rajatud 300 m lasketiirudes on võimalik korraldada vaid käsitulirelvadest ettenähtud standardset laskeväljaõpet. Pikemalt distantsilt, näiteks kuulipildujatest ja snaiperrelvadest vajaliku laskeoskuse treenimiseks tuleb kasutada selleks eraldi kohaldatud laskepaiku. Karjäärisüvendeid saab ajutise laskepaigana kasutada ka miinipildujate jt kaartulirelvade väljaõppeks.

Suuremate karjääride korrastamisel tasub kaaluda kombineeritud laskevälja rajamist arvestusega, et samas saaks korraldada mitut laadi laskeharjutusi. Väljaõppele saabunud allüksuse saab sel juhul jaotada väiksemateks rühmadeks, mis liiguvad ühest laskepaigast teise. See võimaldab laskeväljaõpet intensiivistada ja vähendab asjatut ootamist.

Konkreetseteks laskeharjutusteks sobivate karjääride valikul ja nende korrastamisel laskepaikadena tuleb arvestada militaartegevuse spetsiifikaga ja ohutuse tagamiseks kehtestatud nõuetega.

Kõigi relvatüüpide jaoks on nende tehnilisest laskekaugusest ja ballistikast tulenevalt eraldi kehtestatud ohualad, vastavaid ohutusnõudeid tuleb laskepaikade ettevalmistamisel eraldi järgida. Sihtmärkide taha kuulide püüdmiseks ettenähtud ohutusvallid on otstarbekas rajada juba siis, kui tehakse karjääride korrastamiseks planeeritavaid töid. Näiteks lahtises lasketiirus peab sihtmärkide joone taga olema vähemalt 3,5 m kõrgune ohutusvall kuulide vastuvõtuks (püüdmiseks) ja laskeala külgedel peavad olema vähemalt 2,5 m kõrgused ohutusvallid või kuulikindlad seinad. Lasketiiru ja laskepaiga ning laskevõistluse ja treeninglaskmise ohutusnõuded sätestab siseministri määrus nr 56 „Lasketiiru ja laskepaiga ning laskevõistluse ja treeninglaskmise ohutusnõuded“ (Siseministri määrus, 2002).

Ammendatud karjääride korrastamist kavandades tasub nendes asukohtades edaspidi võimalike laskeharjutustega arvestada. Võimaliku laskesuuna valik sõltub karjääri asukohast ja ümbritsevast maastikust. Laskepositsioonid tasub planeerida karjääri nõlva järgi, laskesuund alaneva trajektooriga karjääri

süvendisse ning sihtmärkide alad karjääri tagumise nõlva ette. Karjäärinõlvad toimivad kuulipüüdjatena ja samas müratõketena. Lisaohutusvallide rajamine karjääri süvendis on võimalik kohapeal saadaolevast pinnasest. Ohutusvallide rajamist on otstarbekas kavandada juba siis, kui koostatakse karjääri korrastamiseks planeeringuid.

Eesti kaitseliit kasutab oma allüksustele laskeharjutuste korraldamiseks Eestis ajutiste laskepaikadena mitut karjääri. Selleks on sõlmitud kokkulepped kohalike omavalitsuste ja elanikega, teiste asjassepuutuvate asutuste ja karjääride valdajatega. Iga laskeharjutus sellistes ajutistes laskepaikades kooskõlastatakse eraldi politsei- ja piirivalveametiga. Laskeharjutuse kavandamisel arvestatakse ümberkaudse ala looduskaitseliste piirangutega. Tuleb saavutada eraldi kokkulepped kohalike loomakasvatajatega jt maakasutajatega. Lindude häirimise vältimiseks nende pesitsemise ja poegade üleskasvatamise ajal laskeharjutusi üldiselt ei kavandata.

Kaitseväele ja kaitseliidule seni eraldi rajatud standardsete lasketiirude ehitusmahust ja -maksumusest moodustavad väga suure osa nende lasketiirude ohutusvallidesse pinnase kokkuvedamiseks tehtud tööd. Olemasolevate karjääride korrastamisel kasutusele võetavate laskepaikade ehitusmaksumus on oluliselt väiksem. Sobivates asukohtades paiknevate karjääride täiendav kasutamine ajutiste laskepaikadena võimaldab säästa eraldi lasketiirude rajamiseks planeeritud eelarvet ja kasutada riigi raha otstarbekamalt.

Karjääride rajamisel ja kaevandamisel on inimestele ka väga tugev sotsiaalne mõju, eelkõige kohalikele elanikele. Karjääride korrastamist kavandades tasub tutvuda Euroopa riikides ajalooliselt väljakujunenud tavadega. Lisaks laskepaikadele on samad karjäärid seejärel sageli kasutusel ka näiteks kohalike motokrossi- jm sportlike harrastuste kohtadena, samas saab korraldada ka pealtvaatajatele avatud rahvaüritusi.

Elanikkonna kaasamine karjäärides toimuvatele rahvaüritustele aitab leevendada ka kaevandamise sotsiaalset mõju.

Nii kutsutakse kohalikke elanikke mitmes Euroopa riigis pikaajalise tavana vaatama oma kaitseväe laskeharjutusi ja sõjatehnika demonstratsioone. Eestis on seda tava järginud näiteks kaitseliidu Saaremaa malev. Maleva laskeharjutused tankitõrjerelvadest ja kuulipildujatest korraldatakse igal aastal

paaril korral Muhu saarel asuvas **Koguva dolokivikarjääris**. Kohalikke elanikke teavitatakse laskeharjutustest ja kutsutakse neid koos perega vaatama. Kohapeal on avatud relvanäitus ja pakutakse sõdurisuppi.

Koguva dolokivikarjäär paikneb riigi reservmaal. Sõjaliseks väljaõppeks kasutatakse karjääri ammendatud osa. Lage ala ammendatud karjäärisüvendis sobib nii laskeharjutuste korraldamiseks kui ka sõidukite kasutamise harjutamiseks. Tegemist on mineraalse, taimestikuta pinnasega, mis ei ole tuleohtlik. Laskepositsioonid paiknevad karjääri nõlval, sihtmärgid paigutatakse karjääri süvendisse pinnasest kuhjatud vallide ette, mis toimivad kuulipüüdjatena. Ohutusvallide rajamiseks on kasutatud enne kaevandamise alustamist kooritud ja kokkulükatud pinnast.

Riigikaitse eesmärgil vajalikke laskeharjutusi korraldatakse Koguva karjääris üksikutel nädalavahetustel peamiselt sügisel ja talvel, kokku 7…8 korral aastas. Laskeharjutuste ajad lepitakse vallavalitsusega igaks aastaks eraldi kokku ning kooskõlastatakse vastavate riiklike ametkondadega (politsei- ja piirivalveamet, keskkonnaamet) ja kohalikega (külavanemad, jahiselts). Kohalikke elanikke teavitatakse enne laskmisi veel eraldi. Lindude pesitsusajal ja turismihooajal, 15. aprillist 15. septembrini, laskeharjutusi ei korraldata. Eesmärgiks on tagada, et laskeharjutused häiriksid minimaalselt loodust, kohalikke elanikke ja turiste.

Laskekohta viib Koguva külast vaid üks tee, see võimaldab laskekohani liikuda ohutult suunalt (tulejoone tagant). Ohutuse tagamiseks tõkestatakse laskesuunal paiknevale ohualale inimeste ja kariloomade pääs mehitatud kontrollpostidega. Seda osa laskmiste ohualast, mis ulatub merele, jälgitakse politsei- ja piirivalveameti mereseireradariga. Laskmise läbiviijal, kes vastutab laskeharjutuse ohutuse eest, on side kontrollpostide ning politsei- ja piirivalveameti merevalvekeskusega. Ohu tekkimisel ollakse valmis laskmine kohe peatama (näiteks veesõiduki sisenemisel ohualale laskepaiga taga merel).

Kõigist piirangutest hoolimata on kaitseliidu Saaremaa maleval võimalik Koguva karjääris teha praktilist laskeväljaõpet kõikidest maleval olemasolevatest relvasüsteemidest. Näiteks on Koguva karjääris võimalik harjutada snaiperrelvadest ja tankitõrjekahuritest kuni 1 km kaugusel paiknevate sihtmärkide hävitamist. Piisavalt head väljaõppetingimused on loodud kohalike oludega arvestades ja ilma riigi eelarvet eraldi laskepaiga rajamiseks kulutamata.

Koguva karjääri riigikaitseotstarbelist kasutamist peetakse vajalikuks ka tulevikus, koostatud maakonnaplaneeringus on see vajadus eraldi fikseeritud. Tuleviku kindlustamiseks on kaitseliidu Saaremaa malev taotlenud Koguva karjääris laskepaigana kasutatava ammendatud karjääriosa üleandmist kaitseliidu omandisse (maakasutuse sihtotstarbe muutmist riigikaitsemaaks).

Koguva karjääri kõrval korraldab Saaremaa malev igal aastal üksikuid laskeharjutusi ka **Viieristi liivakarjääris.** Selles karjääris võimalike laskeharjutuste kavandamisel arvestatakse samuti selle konkreetse asukoha kohalikest eripäradest tulenevate piirangutega, näiteks kotkaste pesitusajaga.

Tallinnas on **Männiku liivakarjääridega** külgnevalt rajatud eraldi kaitseväe harjutusväli ja lasketiir. Koos kaevandamisega kujundatakse jätkuvalt ka selle harjutusvälja maastikku ja rajatakse juurdepääsudele tõkkeid (veekogusid).

Kaitseväe, kaitseliidu ja Eesti liitlaste allüksuste ühiseks väljaõppeks vajalike laskepaikade arv tuleb igas piirkonnas eraldi määratleda. Kaitseliit hindab eelkõige oma vabatahtlike liikmete väljaõppes osalemiseks panustatud ajakulu. Sõiduks väljaõppekohta soovitakse aega kulutada võimalikult vähe.

Laskeväljaõppeks sobivad kohad peaksid olema nendel harjutustel regulaarselt osalevate isikute jaoks vähem kui ühe sõidutunni kaugusel. Laskepaigaga piirneval maastikul peaks olema võimalik korraldada ka muud väljaõpet ning ammendatud karjääride korrastamisel tasub arvestada ka nendes asukohtades sobivate harrastuste ja pealtvaatajatele avatud demoürituste korraldamise võimalusega.

Peale laskeharjutuste on karjäärides võimalik korraldada **pioneerialast väljaõpet**, masinatega maastikul sõitmise väljaõpet jne. 2017. aastal ehitatakse selleks Tapa piirkonnas eraldi õppeala ajateenijatele, kuid selle vajadusega tuleks arvestada ka teiste kaitseväe ja kaitseliidu allüksuste paiknemiskohtade läheduses asuvate karjääride korrastamist kavandades.

Maastikul sõidukite kasutamist õppides on vajalik harjutada näiteks järsematel nõlvadel ja pikikalletel sõitmist, takistuste ületamist, sõiduki läbivust tuleb katsetada erinevatel pinnastel jms.

Sõiduõppeks kasutataval maastikul vajatakse erinevate kaldenurkadega nõlvu, kus juhid saavad omandada sõidukogemusi ja katsetada masinate võimeid. Karjäärides on väljaõppeks head võimalused, eraldi investeeringute korral on võimalik karjääride sihtotstarbelisel korrastamisel rajada ka betoonist katendiga kapitaalsemaid radu (Pilt 9.19, Pilt 9.20, Pilt 9.21).

Pilt 9.19. Kaitseväetehnika õppeala Rootsis Skövde linna lähedal.
Foto: Heiki Kalberg; 23.09.2015

Pilt 9.20. Kaitseväetehnika õppeala Rootsis Skövde linna lähedal.
Foto: Heiki Kalberg; 23.09.2015

Pilt 9.21. Kaitseväetehnika õppeala Rootsis Skövde linna lähedal.
Foto: Heiki Kalberg; 23.09.2015

9.8. Karjääride kujundamine päästeameti kasutusalaks

Eliot Põld

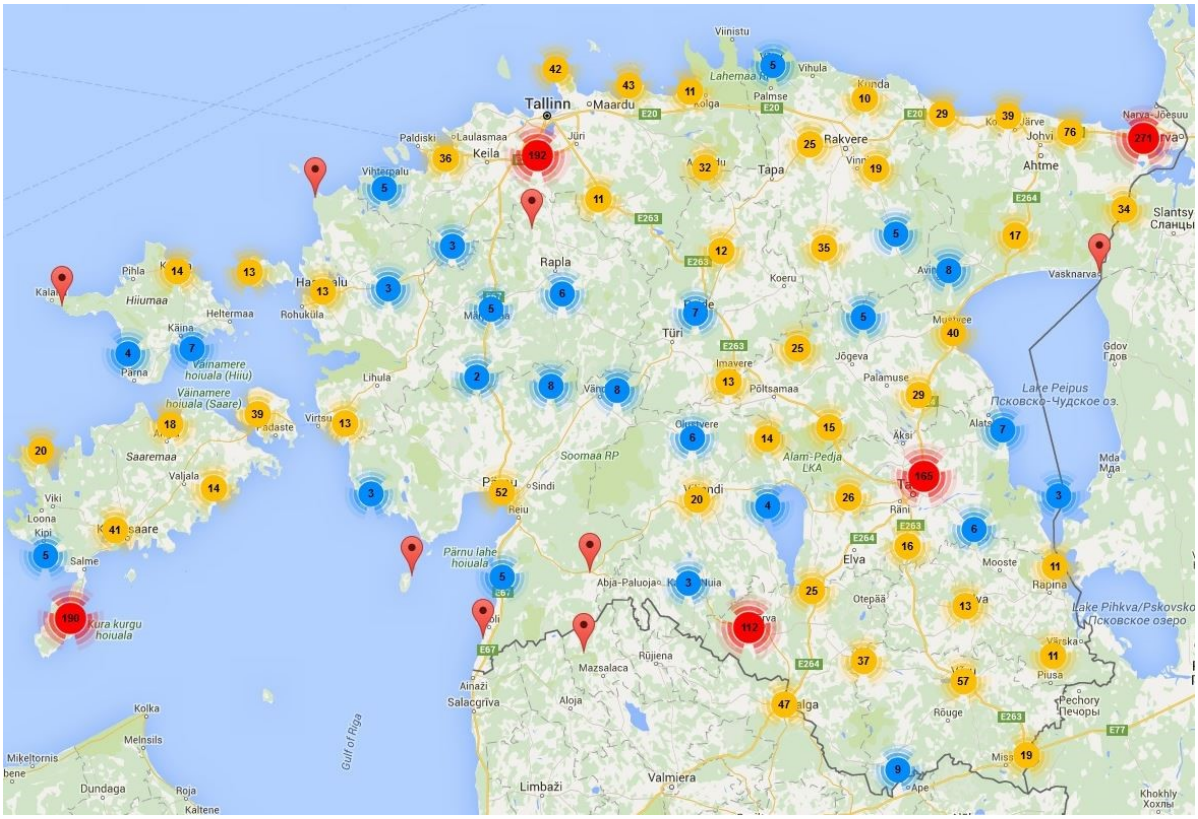
Eestis leitakse ja tehakse kahjutuks keskmiselt üle kolme tuhande lõhkekeha aastas. Mõned kasutusel olevad karjäärid on osaliselt kohandatud lõhkekehade hävitamiseks. Karjääride kasutamisel on sõlmitud kokkulepped karjääride omanikega (RMK, kohalikud omavalitsused, eramaaomanikud). Põhja-Eestis kasutatakse peamiselt Harjumaal Männiku ja Klooga liivakarjääri. Ida-Eestis kasutatakse Ida-Virumaal Sirgala ammendatud põlevkivikarjääri,[131] Lääne-Virumaal Sämi ja Vao liivakarjääri. Lõuna-Eestis kasutatakse Tartumaal Kukemetsa karjääri, Valgamaal Uniküla ja Põlvamaal Siimuniidu karjääri. Läänes-Eestis kasutatakse Pärnumaal Potsepa liivakarjääri, Saaremaal Koguva dolokivikarjääri, Mõntus vana sõjaväepolügooni, Järvamaal Kihli vana liivakarjääri ja Raplamaal Orgita dolokivikarjääri.

Demineerijate jaoks oleks ideaalne, kui igas maakonnas oleks vähemalt üks lõhkekehade hävitamiseks välja ehitatud lõhkamiskoht.

Hävituskohtadeks kohandatud karjääride eeliskohad

Hävituskohtade paiknemise analüüsi põhjal on võimalik teha ettepanekuid, millistesse karjääridesse võiks hävituskohti rajada. Võttes aluseks 2013.–2015. aasta väljakutsete asukohastatistika, saab teha ettepanekuid, kus võiksid asuda hävituskohad (Pilt 9.22).

131 Narva põlevkivikarjääri osa.



Pilt 9.22. Kaart – lahingumoona hävitamise väljakutsed 2013.–2015. aastal.
Allikas: demineerimisalaste väljakutsete andmebaas (DEMIS)

Kaardil on märgitud punasega piirkonnad, kust kahe aasta jooksul on tehtud enim demineerimisalaseid väljakutseid (> 100) ning on saadud ja kahjutuks tehtud kõige rohkem lõhkekehi. Kollasega on märgitud piirkonnad, kust on väljakutseid olnud keskmiselt (10–99). Sinisega on märgitud piirkonnad, kust väljakutseid on olnud vähe (< 10).

Lõhkekehade hävitamiseks sobivad kõige paremini liivakarjäärid.

Liivakarjäärid sobivad kõige paremini seetõttu, et neis ei teki plahvatusest sekundaarseid fragmente, mis võivad hakata lendama lisaks lõhkekeha kildudele (pinnasetükid, kivid, puujuured jt objektid). Hävitamiseks sobivad ka paekarjäärid, aga sellisel juhul peab ohuala jälgimine olema paremini tagatud. Põhjamaades kasutatakse lõhkekehade hävitamiseks ka graniidikarjääre. Sel juhul lõhkekeha hävitatakse seina vahetus läheduses, mis tagab selle, et plahvatusest tekkinud killud ei lendaks kaugele. Sellised karjäärid paiknevad üldiselt asustamata paikades.

Nõuded lõhkekehade hävituskohtadele

Demineerimistöödel on üks raskemaid ülesandeid ohutuse tagamine lõhkekehade hävitamisel. Üldjuhul koosneb demineerimise meeskond kahest-kolmest demineerijast. Kuna ohuala on üldjuhul väga suur, 0,5...1 km, siis ringvalvet tagada on sellise koosseisuga ülimalt keeruline. Ohutuse tagamiseks on karjäärides kokkuleppel karjääri omanikega hävituskoha ümber rajatud liivavallid, mis vähendavad plahvatusmõjusid (sh kildude lennukaugust).

Üldised nõuded demineerimiskohtade valimiseks on ohutus, turvalisus, keskkonnasäästlikkus, tööde kiirus. Hävituskohta peaks viima sõidutee, mis on aasta ringi kasutatav.

Teed peaksid olema tähistatud infosiltidega, mis annavad tee kasutajale teada, et nad on sattunud lõhkekehade hävitamise alale. Ideaalne oleks, kui hävituskoht oleks kinnine ala, kuhu kõrvalised isikud ja loomad ei pääseks, ohuala oleks piiratud aiaga ning ohust teada andvate märkidega. Hävituskoha pinnas peaks olema mittepõlevast materjalist. Üldjuhul on see liivane pinnas, millel võib kasvada niidetud muru. Tuleohu vähendamiseks peaks hävituskohas olema veesilm, kust saadaks põlengu kustutusvett. Hävituskoha läheduses ei tohiks olla elektriliine, torujuhtmeid ega teisi kommunikatsioone. Hävituskohta ei saa rajada kaitsealale ega ka eluhoonete ja tööstushoonete lähedusse. Demineerimistööde juhi jaoks oleks ideaalne, kui hävituskohas oleks nähtavus 1 km (avatud ala raadiusega 1 km).

Plahvatusmõju lõhkamisel saab vähendada, kui lõhkekeha hävitada vees või liivavalli all. Selle viisi kasutamine vähendab oluliselt kõiki plahvatusmõjusid (väheneb kildude lend, heli, lööklaine ja temperatuur). Lisaks peaks ümber hävitamiskoha olema barrikaadid (liivavallid kildude kinnipüüdmiseks) ning meetrisügavune kraav, mis vähendaks lööklaine levi maapinnas.

Karjääride hävituskohaks kasutamise õiguslikud küsimused[132]

Militaarmaterjalide hävitamise kord kaevandamisalal sõltub, millises seisus on karjäär.

1) Kui tegu on töötava karjääriga, kannab üldist vastutust ohutuse – nii inimeste, loomade, vara kui ka keskkonna – eest kaevandamisloa omanik. On loomulik, et tegevuse aluseks on leping, mis sätestab ohutud kaugused ja ohualad (Reinsalu, 2016b). Seejuures eeldatakse, et hävitamiskohtade esmase korrastamise, sealhulgas hävitamisjääkide koristamise teeb töö teostaja. Hiljem, kui karjäär jõuab sulgemisfaasi, kaardistatakse korrastamisnõuete ja projekti jaoks alad, kus võib leiduda militaarmaterjali jääke, mis võivad tekitada ohtu inimestele ja keskkonnale.

2) Kui on otstarbekas ja vajalik karjäär või selle osa korrastada hävituskohaks (= polügooniks), tuleb seda teha objekti tulevase valdaja nõuete alusel. Loomulikult peab seejuures arvestama kohaliku omavalitsuse ja elanikkonna arvamusega ja keerukamal juhul teha keskkonnamõju hinnang.

Kui tegu on omanikuta karjääri korrastamisega hävitusalaks, peavad keskkonnaamet ja polügooni kasutaja korrastamisnõuded olema omavahel kooskõlastatud. Seejuures jääb viimane sõna keskkonnaametile.

132 Koostajate täiendus.

10. KORRASTAMISE HINDAMINE

Erki Niitlaan, Maria Karus

10.1. Korrastamiskomisjoni töö

Korrastamise vastavuse hindamiseks projektile, nõuetele ja eesmärgile moodustatakse vastuvõtukomisjon. Komisjoni moodustab ja määrab sellele juhataja kaevandamisloa andja, kelleks on keskkonnaamet. Komisjoni koosseisu nimetatakse kaevandamisloa andja esindaja, mäeeraldise ja selle teenindusmaa kinnisasja omanik või tema esindaja või riigimaa korral kinnisasja valitseja või tema volitatud isik, kohaliku omavalitsuse üksuse esindaja ja vajalik arv asjatundjaid komisjoni moodustaja äranägemisel. Komisjoni tööd koordineerib komisjoni juhataja.

Korrastamistöö vastuvõtukomisjoni ülesanne on kontrollida korrastamistööde ja korrastatud maa vastavust maapõueseaduses ja selle alusel kehtestatud nõuetele ja korrastamisprojektile ning teha kaevandamisloa andjale ettepanek kaevandatud maa korrastamise kohustuse täidetuks tunnistamise kohta, kui see on korrastatud nõuetekohaselt ja vastavuses korrastamisprojektiga. Kui maa ei ole korrastatud nõuete- ja korrastamisprojekti kohaselt, teeb vastuvõtukomisjon motiveeritud ettepaneku jätta kaevandatud maa korrastamise kohustus täidetuks tunnistamata.

Praktikas käivitab kogu protsessi loa omajalt laekunud teave, et korrastamistöö on jõudnud etappi, kus selle saab üle anda. Enne komisjoni töö käivitamist kontrollib loa andja veel üle kõigi vajalike dokumentide olemasolu. Näiteks võib kinnisasja omanik nõuda kaevandamisloa omajalt pärast kaevandatud maa korrastamise tööde lõpetamist, kuid enne vastuvõtukomisjoni töö alustamist katastriüksuse mõõdistamist ning sellekohase dokumentatsiooni esitamist. Nii tehakse juhul, kui korrastatuks soovitakse tunnistada osa kaevandamiseks antud maast. Olemasolevad asjassepuutuvad dokumendid, eelkõige korrastamise projekt, tehakse kättesaadavaks kõigile komisjoni liikmetele.

Komisjoni juhi eestvedamisel teostab komisjon korrastatud maa paikvaatluse. Olenevalt korrastatud ala pindalast ja liigestatusest tuleb kontrollida piisavalt paljudes kohtades, et hinnata eri elementide (nõlva kalded, veekogu sügavused, truupide kõrgus, puude istutustihedus ja -kvaliteet jms) nõuetelevastavust. Suuremat tähelepanu pööratakse silmanähtavalt projektile mittevastavatele lahendustele ning potentsiaalselt suurema ohufaktoriga kohtadele. Üldpõhimõtted, millele komisjon tähelepanu pöörab:

- kas ala on üldiselt kujundatud vastavuses korrastamisprojektile,
- kas ala vastab õigusaktides sätestatud nõuetele,
- kas korrastamisjärgne maakasutus on ohutu,
- kas ala on esteetiliselt vastuvõetav.

Komisjoni koosolek ja otsus korrastamistöö vastavuse ja kvaliteedi kohta protokollitakse. Nimetatud protokolli alusel teeb loa andja otsuse karjääri korrastatuks või mittekorrastatuks tunnistamise kohta.

Kui komisjon teeb ettepaneku jätta maa korrastatuks tunnistamata, peab komisjon otsuse lisana esitama loetelu korrastamisel esinenud puudustest. Otsusele peaksid olema lisatud mõõtmistulemuste tabelid ning mõõdistamiskohtade paiknemine plaanil, mõõdistamisskeemid, fotod ning muud puudusi illustreerivad materjalid. Komisjoni otsuse alusel määratakse kaevandamisloa omanikule uus korrastamistähtaeg ja -tingimused. Juhul kui loa omanik ei nõustu puudustega, tellitakse erapooletu ekspertiis.

Selleks, et hinnata, kas korrastamisprojektis ettenähtud lahendus on korrektselt täide viidud, on vajalik, et vastuvõtukomisjoni liikmetel on teadmised ja oskused korrastamisprojektide ja eriti nende juurde kuuluvate graafiliste lisade lugemiseks. Vajalik on ka oskus hinnata nii visuaalselt kui ka abivahendeid kasutades reaalse olukorra vastavust projektlahendile. Esineb siiski olukordi, kus korrastamiskomisjoni liikmetel puuduvad vajalikud oskused ning vahendid kontrollimiseks. Kuivõrd oma igapäevatöös ei pruugi kõik korrastamistöö vastuvõtukomisjoni liikmed selliste ülesannetega kokku puutuda, on komisjoni moodustamisel oluline jälgida, et komisjoni koosseisus oleks ka nimetatud oskustega liikmeid.

10.2. Hindamist vajavad aspektid

Korrastamise hindamisel tuleks lähtuda samadest põhimõtetest, nagu korrastamise projekteerimisel ja korrastamisel. Korrastamist võib hinnata tulemuslikuks, kui pärast korrastamist on kaevandatud maa ohutu inimestele ja keskkonnale kõige laiemas mõttes. Elluviidud lahendus on kestlik ja minimaalsete hoolduskuludega, st elluviidud lahendus on pika aja jooksul püsivalt ohutu. Majanduslike aspektide hindamine, millega peab arvestama korrastamise kavandamisel ja projekteerimisel, ei ole enam korrastamiskomisjoni ülesanne, juhul kui ei nõuta vaegtööde likvideerimist.

Kuivõrd korrastamisega võivad olla seotud arvestatavad kulud, on vaegtööde käsitlemisel oluline eristada põhimõttelisi ja tehnilisi puudusi. Põhimõtteliselt puudulikeks võib pidada lahendusi, mis ei taga eelkirjeldatud viisil ega ulatuses ohutust. Tehnilisteks puudusteks võib pidada üksikute korrastamistööde vastuolu projektiga, mis üldeesmärki ei muuda. Esimest laadi puudusi tuleb pidada ülekaalukalt olulisemateks ning neile tuleb korrastamistöö vastuvõtmisel pöörata põhitähelepanu.

Ehitusmaavarakarjääride puhul on peamiseks ohuallikaks astangud, ripped, kaeveõõned, augud, kraavid jms.

Seega peaks esmaseks kontrolli objektiks olema karjääri nõlvad ja põhi: kas need on nõutaval kujul tasandatud, puhastatud ripetest, augud täidetud jms tööd tehtud. Elluviidud lahenduse kestlikkusse hindamisel peab analüüsima, kas see täidab oma eesmärki sellisel kujul ka pika aja jooksul. Näiteks on mõnikord põhjendatud paekarjääride osa nõlvade tasandamata jätmine, et jätta maastiku ilmestamiseks Eesti looduses harva esinevaid kaljuastanguid. Sellega kaasneb kohe aga allakukkumise risk. Karjäär võib paikneda kohas, kus maastikul liikleja ei pruugi osata sellega arvestada. Seetõttu ei saa kestlikuks pidada üksnes hoiatussiltide paigaldamist, sest tavaliselt on need mõne aastaga lõhutud või hävinud (nt mädanenud, roostetanud). Nii tehnikaga sissesõitmise piiramiseks kui ka jalgsi liikleja tähelepanu äratamiseks on parem ja püsiv lahendus näiteks ohupermi rajamine.

Juhul kui korrastamise järel on kaevandatud maale kavandatud aktiivne kasutus, virgestusala vms, peab olema sellel ka haldaja ning elluviidud lahendused võivad nõuda suuremat hooldust kui muidu. Selleks võivad olla näiteks puitrajatised,

mida on vaja aeg-ajalt uuendada või parandada – purded, sillad, käsipuud, piirded, hoiatussildid jms. Juhul kui aktiivset maakasutust ei kavandata või ei teki otsest haldajat, ei ole selliste ehitiste rajamine üldiselt mõistlik ning korrastamistöö vastuvõtmisel tuleb kindlasti hinnata, kas ohutus oleks tagatud ka ilma nendeta.

Eelkõige keskkonna, aga ka inimeste ohutuse seisukohast tuleb kontrollida, kas karjääri ei ole jäänud või peidetud jäätmeid.

Selleks võivad olla nii olmeprügi kui ka tööstusjäätmed: pakendid, vanad õlid, mahutid, tootmises kasutatud kemikaalid vms. Mistahes jäätmed võivad aja jooksul põhjustada nii pinnase kui ka põhjavee reostust. Potentsiaalne riskifaktor ei ole ehitusmaavarakarjääride puhul enamasti suur, kuid sellele tuleb tähelepanu pöörata. Peamiseks probleemiks on ebaseaduslik olmeprügi ja ehitusjäätmete mahapanek. Seega kui on põhjust eeldada, et karjäär võib ebaseaduslikuks prügilaks kujuneda, sest paikneb asustuse lähedal, on kergesti ligipääsetav vms, on vaja hinnata, kas selle vältimiseks on astutud piisavalt samme. Kahjuks ei ole võimalik ühtset ja toimivat lahendust soovitada, kuid üldiselt aitab prahi mahapanekut ära hoida, kui karjääri sissesõit on piiratud ja kui maastik on korrastatud selliselt, et ei jäta jäätmaa muljet.

Oluline on kontrollida elluviidava lahenduse sobivust karjääri põhjavee režiimi seisukohast.

Lihtsustatult öeldes, kas metsa või rohumaaks korrastamisel on näha, et esineb pikemalt üle ujutatud alasid, kus istutatud või külvatud taimed hukkuvad või kas veekogu tekkimisel on saavutatud nõutav sügavus ning on lahendatud veetaseme sesoonsest kõikumisest tekkida võivad probleemid.

Liigniiskeid alasid karjääri põhjas ei pea alati tingimata vältima, kui nende eemaldamisega kaasnevad ebamõistlikud kulutused. Küsimus on pigem selles, kui suure osa nad korrastatud maast moodustavad ning kas selle esinemine on lubatav või mitte. Maaviljelusmaaks korrastamisel on selge, et liigniisketel aladel ei ole sihtotstarbeline maakasutus võimalik ning oluline on maaomaniku arvamus. Metsamaaks korrastamisel ei pruugi liigniiskes kohas mets kasvada, kuid see võib suurendada bioloogilist mitmekesisust, seega oluline on keskkonnaaspekt.

Tehisveekogude puhul on esmaseks hindamise kriteeriumiks kallaste püsivus ja ohutus ning seejärel veerežiim.

Aspekt, millele pööratakse vähem tähelepanu, on suurveega kaasneda võivad riskid. Muu hulgas tuleb hinnata, kas võimalik veetaseme tõus võib mingil kujul hakata põhjustama probleeme. Kui veetase jääb maapinnalt sügavale, ei pruugi ka paarimeetrine taseme tõus suurvee ajal probleem olla. Samas, kui veetase on maapinna lähedal ja näiteks ka tõstetud, võib see põhjustada üleujutusi. Kui korrastamise järel jääb karjääri alaline väljavool ja selle ette on ehitatud regulaator, siis soovitatav on korrastamistööd hinnata ehitamisele järgneval aastal või aasta pärast põhjavee taseme taastumist, et esmaselt hinnata, kas elluviidud lahendus on toimiv. Juhul kui see ei ole võimalik, tuleks mõne aasta möödumisel teha järelkontroll.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata kõigile suletud, kohandatud või kasutusse jäävatele rajatistele ning nende vastavusele projektile.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata elektriehitistele, kaevudele, ülekäigukohtadele, piiretele jms rajatise iseloomust ja ohutegurist lähtuvalt. Kahtluse korral ja pädevuse puudumisel tuleb komisjoni kaasata valdkonna spetsialist.

Loomulikult tuleb korrastamistöö vastuvõtmisel hinnata töö tehnilist vastavust projektile, sealhulgas pöörata tähelepanu korrastatud elementide paigutusele, konfiguratsioonile jms. Tuleb aga arvestada, et mida varem on korrastamine projekteeritud, seda suuremad võivad olla erisused. Seega, kui kirjeldatud ohutuse ja kestlikkusse nõuded on täidetud, ei tule selles osas esinevaid puudusi pidada nii põhimõttelisteks, kui need ei ole olulises vastuolus korrastamise suunaga või ei mõjuta oluliselt kavandatud maakasutust. Nii näiteks võib kaevandamisjärgne karjääri kuju kujuneda teistsuguseks kui algselt kavandatud, puistangud võivad paikneda teistes kohtades, olla teise kuju või suurusega, karjäärisisesed ja ühendusteed, veekraavid jm võivad paikneda teistes kohtades. Nimetud elementide vormitäiteline vastavusseviimine projektiga võib tähendada suuremahuliste pinnasetööde tegemist, mis ei ole sisuliselt põhjendatud. Ka projekti muutmine ei pruugi olla sisuliselt vajalik. Erisuste korral, kui nende fikseerimine on vajalik, võib nõuda korrastamisjärgset teostusmõõdistust.

Bioloogilise korrastamise hindamisel tuleb lähtuda objekti, rajatud kultuuri, liigi elupaiga jms spetsiifilistest eripäradest.

Seetõttu on bioloogilise korrastamise hindamisel korrastamiskomisjoni töösse mõistlik kaasata objekti eripäradest lähtudes valdkonnaspetsialistid. Kui metsaistutuse tulemuslikkuse esmane hindamine on jõukohane paljudele, siis kaitsealustele liikidele rajatud elupaikade vastavuse ja sobivuse hindamisel on liigispetsialisti kaasaamine pea vältimatu. Õigupoolest peaks sellisel juhul liigispetsialist olema kaasatud kõigis korrastamise etappides alates korrastamise kavandamisest.

10.3. Korrastamise hindamine looduses

Korrastamise hindamine looduses eeldab sageli eriteadmisi, näiteks bioloogiateadmisi rajatud metsakultuuri seisukorra hindamiseks. Kuivõrd hinnatavaid aspekte on väga palju, siis järgnevalt käsitletakse üksnes kõige üldisemaid soovitusi ja võtteid maastikul liikumiseks ja eri elementide mõõtmiseks ilma erivarustuseta. Bioloogilise korrastamise vastavuse ja edukuse hindamiseks on soovitatav korrastamiskomisjoni kaasata valdkonna asjatundja.

Nimetatud mõõtmismeetodite rakendamisel peab arvestama mõõtmisveaga, kuid see on korrastamise põhimõtteliseks projektile vastavuse hindamiseks täiesti piisav. Kui tuvastatakse mittevastavusi ja korrastaja märkustega ei nõustu, on muidugi vaja teha topograafianõuetekohane mõõdistus.

Kauguste mõõtmine

Looduses piisava täpsusega korrastamise kontrollimisel piisab kauguste mõõtmiseks mõõtja ühe täissammu pikkuse teadmisest. Selleks tuleb varem sammudega mõõta kindel vahemaa, näiteks 100 m, mis tuleb normaalse kõnnakuga läbi jalutada ja astutud sammud kokku lugeda. Üheks täissammuks loetakse, kui inimene on astunud kaks korda. Soovitatav on etteantud vahemaa läbi kõndida mitu korda ning leida keskmine täissammude arv, mis olenevalt inimese kasvust ja vanusest jääb valdavalt 55 ja 70 sammu vahele.
Hoolimata maastiku vaheldumisest, võimalikest ebatasasustest jms on sammu pikkus sundimatul kõnnil tavaliselt üsna ühesugune. Niimoodi mõõtes, eriti kui ka mõõdetav vahemaa paar korda läbi jalutada või teeb seda mitu inimest, ei

kujune mõõteviga enamasti suuremaks kui +/- 0,5 m 100 m kohta. Märkus: oluline on pidada meeles sammude arvu ümber arvutada meetriteks!

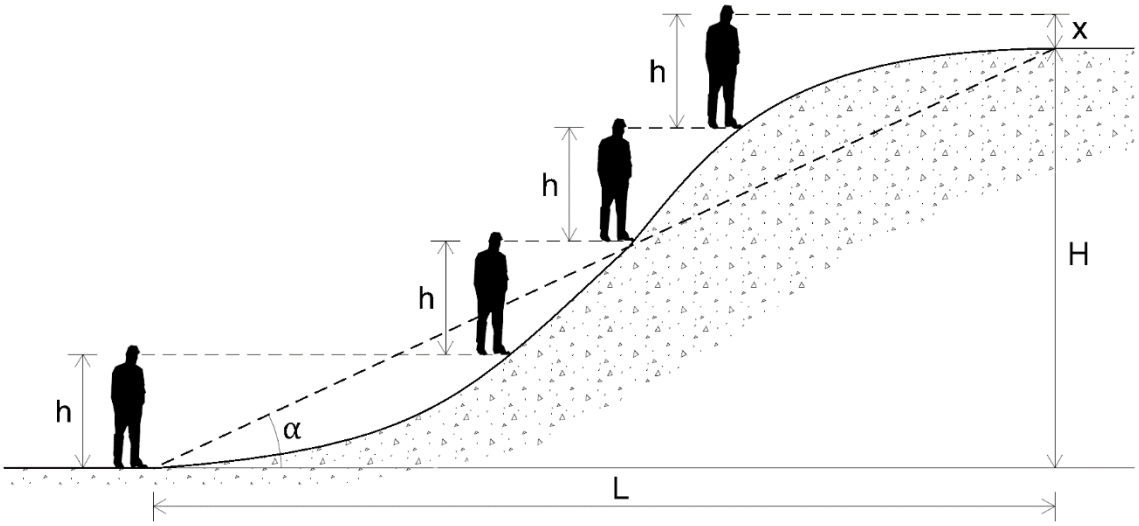
Kontrollitava lõigu pikkuse kaardilt saab parema puudumisel välja arvutada koordinaatvõrgustiku järgi. Tavapäraselt esitatakse koordinaatvõrgustik 10 x 10 cm ruudustikuna, mis tähendab, et näiteks mõõtkava 1 : 1000 korral vastab ühe ruudukülje pikkus looduses 100 meetrile ja mõõtkava 1 : 2000 korral 200 meetrile. Kui mõõdetav vahemaa on koordinaatvõrgustiku suhtes enam-vähem diagonaalne, on ka lihtne vahemaad hinnata, sest iga diagonaal on peaaegu 1,5 ruudu külge (täpsemalt 1,41). Kui mõtteline sirge jookseb läbi ruudu külgede keskpunktide, on joone pikkus umbes 0,7 ruudu külje pikkust.

Joonlauaga on mõõdu võtmine veelgi lihtsam. Selleks tuleb panna joonlaua mõõteskaala algus mõõdetava kauguse alguspunkti ning mõõdetava kauguse lõpp-punktis lugeda joonlaua skaalalt näit sentimeetrites. Vahemaa looduses arvutatakse järgmiselt: saadud näit korrutatakse mõõtkava sentimeetritega ja saadaksegi mõõdetava kauguse tulem. Näiteks mõõtsime mõõtkavaga 1 : 2000 plaanilt kauguse 34 cm. Korrutades selle 1000 cm-ga, saame 68 000 cm ehk 680 m ehk 0,68 km.

Eelkirjeldatud meetodeid kombineerides on üsna lihtsalt võimalik kontrollida korrastatud karjääri kõiki plaanilisi kaugusi ja vahemaid, kui need on sirgjoonelised ja jalgsi läbitavad.

Kõrguste mõõtmine

Absoluutkõrguse määramine ilma reeperi abita ei ole käepäraste vahenditeta võimalik, õnneks puudub selle järele ka tihti vajadus (Pilt 10.1). Ligipääsetava karjääri nõlva või puistangu kõrguse (H) mõõtmiseks saab mõõtja taas kasutada oma keha. Selleks peab mõõtja teadma normaalasendis seistes oma silmade kõrgust maapinnast (h). Tavaliselt on see ligikaudu 10 cm vähem kui inimese pikkus. Tulemust võib mõjutada kõrgete kontsade kandmine, kuid tavaliste matkajalatsite korral ei ole erinevus oluline.



Pilt 10.1. Astangu kõrguse määramine.

Mõõtmiseks peab mõõtja seisma nõlva jalamile ja viseerima punkti silmade kõrgusel, seejärel liikuma sellele punktile ja viseerima silmade kõrgusel uue punkti. Nii kord korralt kõrgemale liikudes tuleb pervele jõudes kokku arvestada, mitu korda viseeriti, ning hinnata umbkaudu viimase tõusuosa kõrgus, kus viseerimine enam ei olnud võimalik. Tavapärase nõlva kõrguse korral 5...15 m saab nii kõrgust kontrollida korrastamise seisukohast piisava täpsusega. Hinnanguline viga kõrguse sellisel mõõtmisel on üsna suur, +/- 1 m iga 10 m kohta. Täpsus oleneb palju mõõtja vilumusest. Mõõtmistäpsust suurendab, kui mõõtmist kordavad mitu inimest mitu korda. Mõõta on lihtsam, kui mõõtmise ajal liigutakse alt ülespoole.

Tavapärane on kõrgusi mõõta ka mingi eseme, näiteks pliiatsi abil, mille pikkus on teada. Selleks on vaja liikuda mõõdetavast objektist nii kaugele, et väljasirutatud käes hoitav ese ja objekt tunduksid sama kõrged. Teades väljasirutatud käe kaugust silmadest, mis täiskasvanud inimesel jääb üldiselt 50–70 cm kaugusele, ja mõõtes nõlva kauguse mõõtekohast, saab nõlva kõrguse määrata läbi kauguse suhtarvu. Näiteks kui 30 m kaugusel seistes paistab nõlv sama kõrge, kui väljasirutatud käes hoides 12 cm pikkune pastakas, mis jääb silmadest 60 cm kaugusele, on nõlva kõrgus leitav järgmise arvutusega: jagades nõlva kauguse 30 m pastaka kaugusega silmadest, 0,6 m, saame suhtarvu, mille korrutame pastaka pikkusega 12 cm ja saame nõlva kõrguseks 600 cm ehk 6 m. Taas, mõõtmistulemus on täpsem, kui seda korrata.

Nurkade mõõtmine

Korrastamisprojektides esitatakse projekteeritud nõlvused üldiselt nii suhtarvuna kui ka kraadides. Juhul kui nendest on teada üks, siis nende omavaheline vastavus on toodud peatükis Nõlvade kujundamine. Tegeliku nõlvuse looduses saab lihtsalt arvutada, kui jagada nõlva kõrgus nõlva laiusega. Nõlva laiust on parem mõõta karjääri välisnurgas, perve pealt. Näiteks kui nõlva kõrgus on 6 m ja laius 12 m, on nõlvus 1 : 2-le.
Juhul kui nõlvus ei ole teada, kuid teada on nõlvanurk, peab abivahendina kasutada olema taskukalkulaator või telefoni kalkulaatori rakendus. Nõlvanurk on sama, mis sirge tõusunurk matemaatikas ehk tangens. Valem ise on järgmine:

tan (astangu tõusunurk) = astangu kõrgus / astangu laius

Näiteks kui eelneva põhjal on teada, et nõlva kõrgus on 6 m ja laius 12 m, siis nurga leidmiseks on vaja võtta saadud jagatisest arkustangens (tähis arctan, atan või $\tan^{-1}$) ehk teha tangensi pöördtehe, mis annab nõlvanurgaks ligikaudu 27°. Märkus: funktsiooni aktiveerimiseks tuleb enamikul kalkulaatoritel enne valida „2nd“, mis pöördtehte aktiveerib.

Nutitelefonide rakendused

Tänapäeval on võimalik piisava täpsusega teha korrastamise kontrolli nutitelefoni rakenduste abil. Konkreetselt ühtegi nimetamata, sobib iga rakendus, mis lubab huvipakkuvat parameetrit määrata. Nii näiteks sobib kauguste mõõtmiseks rakendus, mis lubab läbitud vahemaad hiljem graafiliselt kujutada ning eelistatult ka üksikuid läbitud lõike eristada. Üldiselt sobivad selleks nii spordi-, matka- kui ka spetsiaalsed kartograafiarakendused.
Kõrguste mõõtmisel on abiks, kui otsida sobivat rakendust märksõnaga „*measure height with camera*“. Valikus on tasuta või kuni mõni eurot maksvaid rakendusi, mis hindavad optiliselt objekti kauguse, võtavad arvesse telefoni kaldenurga objekti vaatlemisel ja selle alusel arvutavad objekti kõrguse. Enamik rakendusi on mõeldud hoonete, puude vms kõrguse määramiseks, kuid neid saab kasutada ka maastikuelementide kõrguse määramisel. Märkus: oluline on, et rakendus saaks õigesti aru, kui kaugel mõõtmisel ajal mõõteobjektist viibitakse.
Nõlvakallete mõõtmine on rakendustega veelgi lihtsam. Piisava valiku leiab, kui otsida näiteks märksõnaga „*measure angle*“. Saadaval on piisaval hulgal tasuta rakendusi, mida on lihtne kasutada. Mõõtmiseks tuleb hoida telefoni pärast rakenduse käivitamist serviti ja viseerida telefoni üks pikem külg paralleelseks mõõdetava nõlvaga. Selleks, et mõõdetav nõlv ja telefoni serv oleksid ühel

joonel, tuleb tavaliselt astuda paar sammu servast eemale. Enamikul rakendustel on ekraanil lukustusnupp, mille vajutamise järel võib telefoni lugemi vaatamiseks normaalselt kätte võtta ilma, et see muutuks. Mõõta tuleb astangu pervelt vaatega alla. Märkus: mõõtmisel tuleb veenduda, et rakendus mõõdab tõusunurka.
Kuivõrd enamik nutirakendusi ei ole kõrgusmõõdistamisel piisava täpsusega, siis üldiselt ei sobi need konkreetsete absoluutsete kõrguste fikseerimiseks. Teadaoleva reeperi olemasolul saab näiteks karjääri põhja või veetasemete absoluutseid kõrguseid hinnata, kuid saadud tulemus kõlbab parimal juhul põhimõtteliseks vastavuse kontrolliks.

Käsi-GPS-seadmed

Tänapäeval on laialt levinud käsi-GPS-seadmed, mis võimaldavad valdavalt asukoha fikseerida avatud maastikul plaanilise täpsusega +/- 0,5…5 m. Üldiselt on kõrguse mõõtmisel viga kordades suurem plaanilise mõõtmise veast. Seega sobivad ka lihtsamad seadmed edukalt vahemaade mõõtmiseks, kuid mitte väga täpselt kõrguste fikseerimiseks. Juhul kui mõni konkreetne kõrgus või punkt on vaja fikseerida täpselt, tuleb selleks kasutada asjakohast mõõtetehnikat.
Käsi-GPS-seadmete puhul on võimalik huvipakkuvad punktid varem kontrolliks sisestada. Kallimate seadmete puhul on võimalik vastava tarkvara olemasolul alla laadida ka kontrollitav graafiline lisa ja hiljem jälgida liikumist objektil lisa alusel. Juhul kui kontrolli eesmärk ei ole konkreetsetest piiridest kinnipidamine või mõne konkreetse kõrguse fikseerimine, ei ole selline täpsus korrastamise kontrollimiseks isegi vajalik.
Üldiselt sobivad GPS-seadmed korrastatud maastikul liikumiseks hästi, sest vahetult korrastamise järel on maastik avatud ning ühendus satelliitidega hea.

10.4. Korrastamise hindamise käigus ilmnenud vead

Järgnevalt on täpsemalt käsitletud aastatel 2010–2016 korrastamistöö vastuvõtukomisjonide paikvaatluste käigus ilmnenud olulisemaid ja sagedamini esinevaid probleeme. Sel ajal tunnistati Eestis korrastatuks 45 mäeeraldist, sealhulgas oli ka mäeeraldisi, kus korrastamiskomisjon tuvastas esialgsel kontrollil puudujääke projektilahendi elluviimisel vm. Kokku tuvastati puudusi 18 juhul ehk ligikaudu 2/5-l kontrollitud objektidest. Kõikidest puudusi nimetavatest otsustest leidus vaid üks, mille juurde oli lisatud puudusi tõendavad visuaalsed materjalid ning üks otsus, milles oli kirjeldatud puuduse paiknemine graafiliste

lisade järgi. Ülejäänud vastuvõtukomisjonide protokollid olid liiga üldsõnalised selleks, et asjaga mitte seotud isikutel oleks võimalik kerge vaevaga mõista, kus ja millises ulatuses puudusi esines. Protokollide põhjal võib eeldada, et korrastamist hinnatakse peamiselt visuaalse vaatluse teel. Näiteks ei esinenud ühtegi otsust, milles oleks mõõdistamise teel fikseeritud või kuidagi täpsemalt käsitletud korrastatud alal esinenud põhjavee taset. Võimalik, et põhjavee tase vastas alati korrastamisprojektis kirjeldatule või mis tõenäolisem, põhjavee taseme kontrollimine ei kuulu vastuvõtukomisjonide tavapärase hindamispraktika hulka. See tähendab, et parandada saab nii korrastamise kui ka vastuvõtukomisjoni töö kvaliteeti.

Kontrollimisel on puudusi tuvastatud nii tehnilisel kui ka bioloogilisel korrastamisel. Toodud näidete puhul ei ole puuduste esinemine tingimata tähendanud, et korrastatud ala jäetakse korrastatuks tunnistamata. Senise praktika põhjal ei saa välja tuua selgelt esile kerkivaid asjaolusid, piirkondi, karjääritüüpe või konkreetseid kaevandajaid. Põhjuseid, miks korrastamiskomisjon on korrastamise hindamisel puudusi tuvastanud, on mitmesuguseid. Puuduste esinemise põhjuseks on olnud asjaolu, et korrastamistöid teinud isik on neid teinud ebakorrektselt või jätnud osa projektis ettenähtud töid tegemata. Lisaks on esinenud olukordi, kus korrastamisel on leitud korrastamisprojektist erinev lahendus, mis on samuti aktsepteeritav, ehk sellised kõrvalekalded, mis reaalsuses on vajalikud, kuid ei ole piisavalt olulised, et algatada projekti muutmine. Näiteks tuletõrjehüdrandi paigaldamine päästeameti soovitusel teise kohta kui projektis ettenähtud või truubi kõrguse korrigeerimine tegelikele oludele vastavaks. Samuti on töö käigus ilmnenud olukordi, kus korrastamistingimuste või projekti kohane lahendus osutus ebamõistlikuks või raskesti teostatavaks.

Peamiseks puuduseks korrastamisel võib välja tuua asjaolu, et loa kehtivusaja jooksul õnnestus korrastatuks tunnistada üksnes 30% kõikidest korrastatud karjääridest. Tervelt 70%-l juhtudest tuli korrastatuks tunnistamise otsus teha pärast kaevandamisloa kehtivusaja lõppu. See iseenesest ei viita korrastamiskohustusest teadlikult kõrvalehiilimisele – mitmel juhul ei olnud kaevandamisloa kehtivusaja formaalsel pikendamisel enam näiteks sisulist mõtet. Siiski viitab see kas valele planeerimisele või järelevalve puudulikkusele, mis tulevikus vajab parandamist.

Järgnevalt on esitatud mõned konkreetsed näited tuvastatud puudustest tehnilisel korrastamisel. Korrastamiskomisjon on tuvastanud puudusi korrastamisprojekti kohase nõlvuse tagamisel karjäärides Järvamaal, Raplamaal

ja Lääne-Virumaal, kus karjääri nõlvad on osaliselt või täielikult puudulikult tasandatud. Neist kahe karjääri puhul oli korrastamisel nõlvus projektis ettenähtust kohati väiksem (vt ka Pilt 10.2). Protokollidest ei selgu, millises ulatuses ja kui oluline kõrvalekalle esines. Ühel juhul oli jäetud üks karjääri nõlv tasandamata, mistõttu ei olnud tagatud karjääriala ohutus. Nimetatud näidete puhul võib puuduse esinemise põhjuseks arvata korrastamistööde tegija ebakorrektsust, kuna korrastamisprojektides olid vajalikud nõlvused välja toodud.

Pilt 10.2. Korrastamata nõlv Järvamaa karjääris.
Foto: keskkonnaamet; 08.10.2015

Veekogu rajamisel on paaril juhul jäetud korrastamisel saavutamata korrastamisprojekti kohane veekogu sügavus. Ühel juhul (Lasila karjäär) oli korrastatud mäeeraldise piires rajatud projektikohaselt vajalik arv nõgusid madalaveeliste veekogude kujundamiseks, kuid peaaegu pooled rajatud nõgudest olid madalamad, kui korrastamisprojektis oli kirjeldatud, mistõttu need vajasid süvendamist (Pilt 10.3). Lisaks oli ühe rajatud veekogu puhul saavutamata ettenähtud suurus ning loomata ühendus looduslikku sissevooluga. Korrastamiskomisjon võttis vastu otsuse soovitada jätta karjäär korrastatuks tunnistamata, kuna korrastamisprojektis ettenähtud lahenduse täitmatajätmisel oleks tekkinud veekogud, mis ei oleks täitnud ettenähtud funktsiooni.

Pilt 10.3. Süvendamist vajav nõgu Lääne-Virumaal.
Foto: keskkonnaamet; 02.04.2014

Sarnane olukord esines ka ühes Järvamaal paiknevas karjääris (Pilt 10.4), kus korrastamistingimuste ning korrastamisprojekti kohaselt oli korrastamisel tekkiva veekogu keskmiseks sügavuseks nähtud ette vähemalt kaks meetrit. Korrastamiskomisjon tuvastas, et veekogu sügavus ei vastanud sellele, olles keskmiselt üle meetri vähem. Põhjuseks oli mäeeraldise lamami ja põhjavee taseme vahe ning lamami setete omadused. Selgus, et geoloogiline alginfo oli puudulik ja selle põhjal koostatud korrastamise projekti ei olnud võimalik täies mahus ellu viia. Veekogu ettenähtud sügavuse saavutamiseks oleks olnud tulnud mäeeraldise lamamist väljata ligikaudu 1 m ulatuses lubjakivi. Olukord tekitas eriarvamusi ka vastuvõtukomisjoni liikmete seas ja seetõttu tuli veekogu sügavuse saavutamise vajalikkuse üle konsulteerida. Kuna tegemist oli vettpidaval kihil paikneva pinnaseveega, tuvastati, et veekogu toimib ka rajatud kujul ning korrastamisprojekti kohase sügavuse saavutamine on küll võimalik, kuid ebaotstarbekas. See näide illustreerib olukorda, kus korrastamisprojekti kohase veekogu kujundamine oli raskendatud ning konkreetsetes oludes mitte tingimata vajalik. Projekteerimisele oleks pidanud eelnema geoloogiline lisauuring või üldgeoloogiline uurimistöö.

Pilt 10.4. Madalaveeline veekogu Järvamaal.
Foto: keskkonnaamet; 08.10.2015

Ette on tulnud ka olukordi, kus rajatud veekogu kuju ja asend ei vastanud projektis ettenähtud lahendusele (Mannare karjäär), kuid korrastamisel rakendatud lahendus oli samuti rahuldav. Selle näite puhul oli maaomanik soovinud korrastamisprojektist erinevat lahendust, mistõttu tegi komisjon ettepaneku lugeda karjäär korrastatuks.

Ühel juhul tuvastas vastuvõtukomisjon Harjumaal paiknevas karjääris, et korrastamisprojektis ettenähtud tee ei olnud ehitatud projektikohaselt. Teekattes oli kasutatud vale materjali ja teekatte paksus ei olnud projektikohane. Samas karjääris esines ka olukord, kus istutatud mets jäi osaliselt tekkinud veekogusse. Samas ei selgunud protokollist, kas see oli põhjustatud nõlva vajumisest, lihkest või veetaseme tõusust karjääris. Kui esimene puudus nõudis selle kõrvaldamist, siis teisel juhul võis nentida üksnes ülemääraseid kulutusi, mis asjatule metsaistutamisele oli tehtud.

Ühes Järvamaal paiknevas karjääris oli põhja kalle rajatud vastupidiselt korrastamisprojektis kavandatule, lisaks oli jäetud karjääri põhi silumata ning esines sulglohke. Karjääri põhja kujundamine vastupidiselt korrastamisprojektis ettenähtud lahendusele takistas vee liikumist vajalikkus suunas.

Katendivallide eemaldamine või puistangute silumata jätmine on esinenud näiteks Lääne-Virumaal (Pilt 10.5), Lääne-Eestis ja Saaremaal. Lääne-Eestis

esinenud karjääris oli korrastatavale alale jäetud järskude nõlvadega katendivall. Korrastamiskomisjon otsustas teha ettepaneku ala korrastatuks mitte tunnistada, kuna alale jäetud järskude nõlvadega puistang kujutas ohtu alal liikuvatele inimestele. Saaremaal esinenud karjääris olid jäetud eemaldamata puistangud, mida korrastamisprojekti kohaselt tuli laiali ajada. Korrastamiskomisjon otsustas ala siiski korrastatuks tunnistada. Mitmel juhul on esinenud ka olukordi, kus on jäänud vajalikud piirded ja sildid alale paigutamata. Kõikide toodud näidete esinemise põhjuseks oli korrastamistööde tegija hooletus.

Pilt 10.5. Eemaldamata puistangud Lääne-Virumaal.
Foto: keskkonnaamet; 02.04.2014

Kõige enam on korrastamiskomisjon tuvastanud, et alal esineb jäätmeid (Pilt 10.6). Näiteks ühes Lääne-Virumaal paiknenud karjääris oli korrastamiskomisjoni kontrolli ajal alal metall-lindid ja autorehvid. Sarnane olukord oli Pärnumaal ja Ida-Virumaal paiknenud karjäärides, kus kontrolli käigus leiti betoonposte, vundamendi kannud ning metallijäätmeid. Ka Järvamaal paiknenud karjääris tuvastati alale ladestatud jäätmeid. Alal paiknevad jäätmed ei tekitanud olukorda, kus karjäär jäetakse korrastatuks tunnistamata, kuid kõikidel juhtudel pani komisjon kohustuseks jäätmed koristada. Jäätmete olemasolu korrastatavas karjääris on korrastamistööde tegija tegemata töö.

Pilt 10.6. Koristamata jäätmed.
Foto: keskkonnaamet; 02.04.2014

Võrreldes tehnilise korrastamisega on bioloogilisel korrastamisel tuvastatud oluliselt vähem puudusi – kõikidest juhtumitest vaid üksikutel on bioloogiline korrastamine osutunud puudulikuks. Bioloogilisel korrastamisel on esinenud puudusi projektijärgse lahenduse täideviimisel peamiselt teiste lahenduste kasutamises või on bioloogiline korrastamine jäetud tegemata.

Bioloogiline korrastamine jäeti tegemata näiteks ühes Harjumaal paiknenud karjääris, kus korrastamisprojekti kohaselt oli ette nähtud istikute istutamine karjääri loode- ja kirdeküljele ning silutud karjääri põhjale. Korrastamiskomisjoni kontrolli käigus tuvastatut näitavad Pilt 10.7 ja Pilt 10.8.

Pilt 10.7. Bioloogilise korrastamise tegematajätmine. Harjumaal paiknenud karjääri edelanõlv ja tasandatud põhi.
Foto: keskkonnaamet; 12.09.2011

Pilt 10.8. Bioloogilise korrastamise tegematajätmine. Harjumaal paiknenud karjääri kirdenõlv.
Foto: keskkonnaamet; 12.09.2011

Sarnane olukord on esinenud ka ühes Järvamaa ja Võrumaa karjääris. Mõlemal juhul oli korrastamisprojektijärgne metsastamine jäetud tegemata (istikud istutamata).

Bioloogilisel korrastamisel on esinenud ka olukord, kus kasutatakse korrastamisprojektis ettenähtud lahendusest erinevat varianti. Näiteks juhtus nii ühes karjääris Läänemaal, kus korrastamisprojekti kohaselt tuli alale istutada istikud. Istikute asemel kasutati külvi. Korrastamiskomisjon jõudis otsusele, et kasutatud lahendus on rahuldav, kuna maaomanik oli tegevusega nõustunud ning andnud ka nõusoleku vajaduse korral teha korduskülvi.

Olukordi, kus korrastatav ala ei vasta korrastamisprojektile, kuna projekt ise näeb ette ebamõistliku või mitterakendatava lahenduse, on vaid üksikud. Sellest võib järeldada, et loa andja esitatud korrastamistingimused ning sellest lähtuvalt ka korrastamisprojekt on üldjuhul korrektsed.

Samuti esineb üksikuid näiteid olukordadest, kus korrastamisel on kasutatud korrastamisprojektis ettenähtust erinevat lahendust. Seega korrastatakse karjäärid üldiselt vastavalt korrastamisprojektile.

Kõige sagedasem põhjus puuduste esinemisel on korrastamistööde tegija ebakorrektsus. Põhjuseid on mitu, näiteks ebapädevus, ebapiisavad majanduslikud vahendid, tähelepanematus, vajalike vahendite kättesaamatus. Mis on toodud näidete puhul põhjuseks olnud, on keeruline öelda, kuid arvatavasti on need olnud mõned, kui mitte kõik nimetatud asjaolud.

Olulisemaks probleemiks korrastamiskomisjoni töös on asjaolu, et korrastamistööde hindamine toimub valdavalt visuaalselt ning mõningaid peatükis Hindamist vajavad aspektid nimetatud aspekte komisjoni töös ei käsitleta. Vähemalt ei selgu nende käsitlemine korrastamiskomisjoni protokollidest, mistõttu võib korrastamisel esinenud puuduste esinemise sagedus ja näidete hulk olla tegelikkuses suurem. Käsiraamatu kirjutamise ajal ei saa seda siiski väita, vaid eeldada. Pärast käsiraamatu valmimist peaks korrastamise hindamise tulemused muutuma kasvõi seetõttu, et korrastamiskomisjoni liikmetele antakse juhiseid vajalike aspektide hindamiseks.

Üldiselt võib järeldada, et eespool toodud näited kirjeldavad pigem üksikul objektil esinenud puudusi ning kõige sagedasem puudus, jäätmete esinemine, oli nimetatud kuues otsuses ehk 35% kõikidest puudustega tuvastatud aladest.

Arvestades, et enam kui pooltel juhtudel ei tuvastanud korrastamiskomisjon korrastamise hindamisel suuri kõrvalekaldeid korrastamisprojektist ega muudest nõuetest, võib järeldada, et karjääride korrastamisel olulisi puudusi ei esine.

11. KORRASTAMISE KESKKONNAMÕJU

Aadu Niidas, Uudo Timm, Marge Uppin

Karjääride korrastamisel kujundatakse maastiku üldjooned, nagu reljeef ja veerežiim, mis jäävad kestma aastakümneteks. Need erinevad kaevandamiseelsetest ja kaevandamise käigus esinevatest tingimustest ning kujundatud olukord mõjutab otseselt sinna arenevaid kooslusi ning ala inimkasutuse võimalusi.

11.1. Korrastamise mõju pinna- ja põhjaveele

Juhul kui maavarasid kaevandatakse allpool põhjavee taset, on üldjuhul muudetud ka põhjavee veerežiimi (vt peatükki Hüdro(geo)loogilised tingimused). Näiteks paekarjääride puhul pumbatakse põhjavett läbi settebasseinide lähedalasuvasse pinnaveekogusse. Sellega toimuvad põhjavee taseme muutused, tekib põhjavee taseme alanduslehter ja lokaalne põhjaveevoolu suuna muutus. Karjääri ümbritsevatel õhukese pinnakattega maa-aladel võib väheneda kaevandamise ja põhjavee väljapumpamise perioodil liigniiskus, võivad toimuda muutused karjääri ümbritsevates kooslustes.

Kaevandamise lõpetamisel lõpetatakse üldjuhul ka põhjavee ärajuhtimine ning kaevandamiseelne veerežiim taastub. Kaevandatud aladele moodustuvad põhjavee taseme taastumise tõttu veekogud, mis mõneti erinevad looduslikest veekogudest. See tähendab, et 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 veekogudel selline orgaanilise aine kiht esialgu puudub.

Kaevandatud alale rajatud veekogudes puudub looduslikku veetõkkena toimiv orgaanilise aine kiht.

Seetõttu on veevahetus kaevandamise tagajärjel tekkinud veekogudes kiirem, veetase võib muutuda kiiremini kui looduslikus järves ning vee keemiline koostis sarnaneb esialgu piirkonnas leviva põhjavee omaga (seda eeskätt pH, oksüdeeritavuse, läbipaistvuse, lämmastik- ja fosforühendite poolest). Eelmainitu tõttu on karjääriveekogud võimaliku reostuse suhtes tundlikumad.

Karjääriveekogud on võimaliku reostuse suhtes tundlikumad kui looduslikud veekogud.

Kuigi karjääride korrastamine on kaevandamisest oluliselt väiksema (ja ajaliselt lühema) keskkonnamõjuga tegevus, ei saa siiski ka korrastamise käigus välistada reostusohu tekkimist. Olgugi, et kaevandamisega kaasnev mehaanilise heljumi teke järk-järgult väheneb, on korrastamisel riskiobjektideks karjäärimasinate tehnilised avariid, mille tagajärjel võib pinnasesse, pinna- ja põhjavette sattuda diislikütust või määrdeaineid.

Pinnase- ja pinnaveereostuse vähendamine ja vältimine peab alguse saama heast töökultuurist ning tehnika hooldusplatside olemasolust. Juhul kui reostusohtlikke aineid on pinnasesse või karjääriveekogusse sattunud, tuleb need avarii alalt nõuetekohaselt kokku koguda ja teisaldada.

Põhjaveereostuse vähendamisel tuleb tähelepanu pöörata karjääri moodustuvate veekogude põhja korrastamise erisustele (vt peatükki Karjääri põhja kujundamine). See tähendab, et kui karjääriveekogudel puudub vettpidav looduslik orgaaniliste setete kiht, tuleb karjääriveekogude põhjad muuta veepidemeteks tehislikult.

Tehisliku veepideme rajamine ja selle vajalikkus sõltub karjääri geoloogilistest tingimustest.

Piirkondades, kus kaevandatud ala all paikneb lamamina näiteks glaukoniitsavist ja graptoliitargilliidist moodustuv veepide, ei ole tehisliku veepideme rajamine enam vajalik. Piirkondades, kus looduslikku veepidet ei esine ja põhjavee kaitstus on ohustatud, tuleb see korrastamise käigus vajaduse korral rajada, kasutades selleks peeneteralist suure savisisaldusega materjali, mis kolmatsiooni (veega edasikanduvate savi- või mudaosakestega pinnasepooride ummistumise) teel

ummistab aluspõhjakivimites olevad praod ja lõhed, tihendades nõrgalt kaitstud põhjaveega alasid.

Juhul kui karjääri korrastamise suunaks on veekogu, siis lõpetatakse karjäärist vee väljapumpamine. Selle tulemusena hakkab karjäär täituma veega ning tekib karjäärijärv. Karjääri veega täitumise kiirus sõltub peamiselt sademete hulgast ja külgnevate kivimite hüdraulilistest omadustest. Juhul kui põhjavesi on surveline ning karjääri põhja lamamiks ei ole vettpidavad kivimid või on lõhketöödega veepide rikutud, siis toimub märkimisväärne vee juurdevool karjääri ka karjääripõhja kaudu. Karjääri täitumisel veega tuleb arvestada asjaoluga, et veerežiim muutub ka karjäärist väljapoole jäävatel aladel, kus on karjääri veetaseme alandamise tõttu välja kujunenud põhjavee alanduslehter. See tähendab, et põhjavee tase taastub karjäärijärve ümbritsevatel aladel ning kaevandamise ajal kuivad olnud alad võivad muutuda liigniiskeks. Lisaks sellele, et karjäärijärv muudab karjääri ümbritseva ala veerežiimi üldiselt, kontrollides põhjavee taset piirkonnas, on oluline või isegi tähtsam roll piirkonna veetaseme kujundajana vooluveekogudel, kuhu suubub karjäärijärvest äravoolav vesi, ning piirkonna maaparanduskraavide võrgustikul. Juhul kui karjäärijärve eesvoolud on korrastamata ja nende vastuvõtuvõime on ebapiisav, on takistatud vee äravool karjäärist ja tekivad üleujutused. Kraavide korrastamine ja vajaduspõhine süvendamine aitab ära hoida ka üleujutusi, mida põhjustab sademevee ebapiisav äravool.

Analoogne olukord tekkis näiteks Rummu karjääris kaevandamise ja vee väljapumpamise lõppemisel, kui lähedalasuvate majapidamiste keldrites hakkas esinema üleujutusi ja liigniiskust. Siiski näitasid uuringud, et karjäärijärve veetase kontrollib piirkonnas põhjavee taset üldisemalt ega põhjusta järsku veetaseme tõusu. Põhjavee taset karjäärijärve lähedal paiknevates kaevudes mõjutab eelkõige sademete hulk. Ka tuvastati uuringute ajal toimunud välitöödel, et piirkonna maaparanduskraavid olid amortiseerunud, mistõttu sademevesi ei voolanud piisavalt kiiresti ära ning imbus maapõue, põhjustades veetaseme tõusu ja keldrite üle ujutamist. (Jõeleht *et al.*, 2015)

Sellise olukorra ärahoidmiseks tuleb karjääri korrastamisel ja korrastamisprojekti koostamisel määrata karjääriveekogu maksimaalne võimalik veetaseme kõrgus, mida ei tohi ületada ka suurvee ajal. Karjäärijärve veetaseme reguleerimiseks tuleb säilitada olemasolev äravoolukraav või rajada uus kraav, mis juhiks üleliigse vee karjäärijärvest eesvooludeks olevatesse vooluveekogudesse. Vajaduse korral tuleb olemasolevaid kraave süvendada, et hoida järve veetaset ettenähtud kõrgusel ning tagada vee äravool nii lühiajaliste sademete hulga maksimumide

ajal kui ka lumesulamisperioodil. Kuna karjäärijärv kujundab piirkonna veerežiimi, tuleb järve maksimaalse veetaseme kõrguse määramisel lähtuda lähimate tundlike objektide absoluutsest kõrgusest nõnda, et need jääksid kujunevast järve veetasemest ja põhjavee tasemest kõrgemale. Lisaks tuleb tähelepanu pöörata eesvoolude ja maaparandussüsteemide seisukorrale, et oleks tagatud piisav sademevee äravool maapinnalt ja karjäärist. Vajaduse korral tuleb kraavidevõrgustik korrastada. Eelkõige tuleb kraavid puhastada setetest, eemaldada taimestik, likvideeridaa kopratammid ja muud takistused ning vajaduse korral ka süvendada. Kraavide seisukorda ei tule jälgida mitte üksnes karjäärijärve lähiümbruses, vaid ka kaugemal.

Sageli kiputakse karjääride ammendatud osadesse ladestama ebaseaduslikult olmeprügi, ehitus-, tehnika- jm jäätmeid. Pilt 11.1 kuvab Kaopalu mahajäetud kruusakarjääri, Pilt 11.2 Tiitsu II korrastatud liivakarjäärkarjääri. Piltidel toodu ei ole küll otseselt keskkonnale ohtlikud, kuid sellegipoolest tuleb jäätmed ära koristada ning neist põhjustatud jääkreostus kõrvaldada.

Pilt 11.1. Hüljatud Kaopalu kruusakarjääri heidetud rehvid.
Foto: Peeter Koll; 30.09.2016

Pilt 11.2. Korrastatud karjääri heidetud olmejäätmed Tiitsu II liivakarjääris.
Foto: Peeter Koll; 30.09.2016

11.2. Korrastamise mõju välisõhule

Maavara kaevandamisel mõjutavad välisõhku peamiselt mäeeraldisel toimuvad tööprotsessid, milleks on raimamine, laadimine, purustamine-sorteerimine ja toodangu väljavedu. Karjääri korrastamisel on peamisteks välisõhu mõjutajateks vaid täitematerjali ümberpaigutamine karjääri põhja ja nõlvadesse, põhja ja nõlvade planeerimine ning täitematerjali vedu, vaata peatükki Ehitusmaavarakarjääride tehniline korrastamine. Mõju lähtub seega eelkõige korrastamisel kasutatavatest masinatest tekkiva müra ja õhus lendlevate tahkete osakeste (= tolmu) levimisel.

Üldjuhul alustatakse karjääri korrastamist paralleelselt mäetööde lõppemisega, rakendades korrastamistöödel karjääris olemasolevat tehnikat. Seetõttu korrastamistööde käigus müra ja tolmu sisaldus ei suurene. Pigem müra ja tolmu üldine hulk väheneb, kuna karjääris töötav tehnika paikneb hajutatult. Olukorras, kus korrastamise hetkeks on mäetööd juba lõpetatud ning karjääris enam toodangu valmistamist ning väljavedu ei toimu, väheneb ka mõju välisõhule oluliselt.

Kuna korrastamine on võrreldes kaevandamisega lühiajaline protsess, kus peamisi välisõhu mõjutajad (nt purustus-sorteerimissõlm, väljavedu) ei esine, on korrastamise mõju välisõhule vähetähtis.

Sama näitavad ka töötavate ja korrastavate karjääride müra- ja tolmuseire tulemused.

11.3. Korrastamise mõju maastikule, taimestikule ja loomastikule

Maavara kaevandamisega kaasneb paratamatult kaevandatud ala ja selle lähiümbruse maastiku muutmine. Varasemad positiivsed pinnavormid asenduvad tasaste alade, negatiivsete pinnavormide ning veekogudega. Ideaalstsenaariumiks saab pidada olukorda, kus kaevandamise järel luuakse korrastamise käigus eelnevale maastikupildile võimalikult lähedane olukord. Enamasti ei ole see aga võimalik, mistõttu on mõistlik seada korrastamisel eesmärgiks konkreetsetele abiootilistele oludele kohase maastiku ja taimestiku kujundamine.

Uue maastiku kujundamisel oleneb palju karjääriala edasisest kasutussuunast. Kasutusviisi järgi tuleks kujundada ka ala pinnavorm, veekogud, taimestik jne. Elustikurikkad maastikud on võimalikult mitmekesise maastikumustriga (vahelduvate maastikuelementidega). Korrastamise käigus tuleks jälgida, et korrastatud ala sulanduks ümbritsevasse maastikku ega mõjuks võõrkehana.

Kuna karjääre võivad pika kaevandamisperioodi vältel asustada looma- ja taimeliigid, sh kaitsealused liigid, tuleb keskkonnamõju hindamise käigus teha elustiku inventuur.

Kui selgub, et korrastatavasse karjääri on elama asunud kaitsealused loomad, tuleb korrastamisel kindlasti arvestada nende elutsükliga ning sigimisperioodil nende elupaikades töid mitte teha.

Näiteks karjääride järskudesse nõlvadesse ja sõelmekuhjadesse pesakoopaid rajava III kaitsekategooria linnuliigi kaldapääsukese pesitsusperioodil ei tohi tema pesitsuspaigaks olevaid nõlvu või kuhjasid tasandada. Kaitstavate taimeliikide esinemisel on võimalik kaaluda nende ümberasustamist. Mõnede liikide puhul võib osutuda vajalikuks korrastamise suunda isegi muuta, kas teatud karjääri osas või tervikuna. Lahendus tuleks leida koostöös liigiekspertide ja keskkonnaametiga.

Mõned karjääri kasvama asunud kaitsealustest taimedest on pioneerliigid. Neile soodsate kasvutingimuste pikemaajalisem säilitamine on komplitseeritud, sest see nõuab loodusliku taimestiku arengut takistavaid tegevusi. Pioneerliikide, nagu madal unilook, villtulikas, mõned käpalised, puhul tuleb väga selgelt otsustada, kas, millises ulatuses ja kuidas neid selles kohas kaitstakse. Üheks võimaluseks on kujundada alad, kus perioodiliselt kooritakse kujunenud rohukamarat. Asjakohased kaitsekorralduslikud otsused langetab keskkonnaamet, kaasates liike tundvaid eksperte.

11.4. Korrastamise koosmõju teiste lähedal paiknevate karjääridega

Maavara kaevandamise asukoha valik sõltub eelkõige kaevandamisväärse maavara asukohast, mistõttu on sagedased olukorrad, kus ühte piirkonda on koondunud mitu eri aegadel välja antud maavara kaevandamisluba ja töötavat karjääri. Kuna maavara kaevandamisload on sageli välja antud eri aegadel (sh juba töös olevate mäeeraldiste laiendused), toimub ka korrastamine etapiviisiliselt suure pindalaga maa-alal. Sellises olukorras on soovitatav korrastamisel (korrastamistingimuste esitamisel ja korrastamisprojektide koostamisel) lähtuda ühtsest tervikust. Võib tuua näiteid, kus paekarjääri ühele ammutatud mäeeraldisele on rajatud ehitised, samas toimub teistest mäeeraldistest vee väljapumpamine. Kompleksselt lahendamata jäänud veekõrvalduse küsimus on tekitanud olukorra, kus maardla järgnevate karjääride ammendumisel tuleb veekõrvaldust jätkata aastakümneid, vältimaks juba rajatud ehitiste üleujutamist (Pilt 11.3).

Pilt 11.3. Tallinna elektrijaam Väo lubjakivimaardlas, kus madalaim punkt hoone sees jääb absoluutkõrgusele[133] 26,5 m, karjääri veekõrvalduse lõppedes taastub karjääris looduslik veetase kõrguseni 28,0...31,0 m abs.
Foto: Peeter Koll; 21.10.2016

Seega tuleb karjääride korrastamisel ja ka maavara kaevandamislubade taotluste menetlemisel samas maardlas lähtuda ala terviklikkusest.

Teisalt on ka tervikliku lähenemise juures oluline jälgida, et looduse seisukohast on tähtis silmas pidada korrastatava ala mitmekesisust. Ühe või teise suure pindalaga maa-ala kujundamine homogeenseks rohealaks ei pruugi täita lõplikku korrastamise eesmärki. Korrastamisel on oluline arvestada ka rohevõrgustikuga (vt peatükki Loodustingimused).

Mitme lähestikku paikneva karjääri või suure karjääri taastamisel on võimalik kujundada korrastatava ala eri osad ise otstarbega. Võimalik, et kui näiteks ühes karjääris veetaseme kunstlik alandamine lõpetatakse, siis tõuseb vee tase nii palju, et võib ka lähedalolevas teises karjääris veerežiimi muuta. Karjääri eri osadele antavad funktsioonid peaksid üksteist toetama.

133 *Absoluutne kõrgus* – koha kõrgus kindlaksmääratud keskmisest merepinnast.

11.5. Korrastamisaegse keskkonnamõju kokkuvõtteks

Kaevandatud ala korrastamise ajal esinev keskkonnamõju on iseloomult sarnane kaevandamisaegse keskkonnamõjuga, erinedes vaid ajalise ulatuse ja mahu poolest (vt ka peatükki Tehnoloogilised protsessid). Sellegipoolest on korrastamisel ja korrastamistingimuste esitamisel muu hulgas oluline arvestada karjääri ümbritseva maakasutuse ja arengusuundadega (nt arengukavad, teemaplaneeringud) ning karjääri kujunevates või kujundatavates veekogudes tagada veekogu põhja korrastamine veepidemena, et vältida põhjavee reostumist ja suuri veetaseme muutusi.

12. PROJEKTEERIMISVEAD JA -SOOVITUSED

Erki Niitlaan

Eesti Maavarade Komisjonile on aastatel 2013–2017 esitatud läbivaatamiseks ligikaudu 140 kaevandamisega rikutud maa korrastamise projekti. Nende läbivaatamine näitas, et aeg-ajalt esineb projektides puudusi, mis esimesel läbivaatamisel ei võimalda neid soovitada veel heaks kiita, või saab üksnes anda heakskiitmise soovituse tingimusel, et enne puudused kõrvaldatakse.

Sagedamini esinevaid vigu saab liigitada kontseptuaalseteks ja tehnilisteks. Kontseptuaalseteks ehk põhimõttelisteks puudusteks nimetame vigu, mis viivad vale projekteerimislahendi väljatöötamiseni või raskendavad või välistavad projekti realiseerimise.

12.1. Korrastamise projekteerimise kontseptuaalsed vead ja soovitused

Objekti piiritlemine

Korrastamise projektiga käsitletav ala ei ole sageli üks ühele vastavuses ühe konkreetse mäeeraldise või selle teenindusmaaga. Projekt võib hõlmata mitut mäeeraldist, kui nad moodustavad sisuliselt ühe karjääri või osa suuremast mäeeraldisest või ka osa mitmest mäeeraldisest. Teatud juhtudel võib projekt hõlmata ka mäeeraldise teenindusmaaga külgneva ala, mis ei ole loaga hõlmatud. Kuigi nimetatud näidete puhul on tegemist eranditega, esinevad need siiski küllalt sageli, sest pikka aega tegutsevaid karjääre on sageli korduvalt etapiviisiliselt laiendatud ning lõpuks moodustub üks suur kaevandatud ala, kus samal ettevõttel võib-olla samal ajal mitu kaevandamisluba. Aja jooksul võib olla tekkinud ka selliseid alasid, kus on kaevandatud, kuid on seni korrastamata. Kui edaspidi on suund jooksvale operatiivsele korrastamisele, võib eeldada, et tulevikus muutub konkreetse projektiga hõlmatava ala piiritlemise küsimus veelgi olulisemaks, sest kaevandamise alguses ei pruugi olla võimalik kogu

karjääri korrastamist projekteerida või ole võimalik projekteerida kõiki korrastamistöid.

Senine praktika on näidanud, et mitme mäeeraldise ühise korrastamislahenduse projekteerimisel on autorid hädas objekti piiritlemisega, pigem lähtutakse administratiivsetest ehk kaevandamisloas määratud piiridest ja jagatakse korrastatav objekt alaosadeks, mis ei pruugi aga olla korrastamislahenduse seisukohast põhjendatud. Näiteks kirjeldatakse iga mäeeraldise piires tehtavaid töid eraldi, mis võivad aga suuresti kattuda. Korrastamise seisukohast, kui see toimub loa kehtivusaja jooksul, ei ole lubades määratud piiridel nii suurt tähtust, võrreldes karjääri kui terviku ja selle paiknemisega looduses.

Mitut mäeeraldist hõlmava korrastamisprojekti puhul tuleks projekti alguses kirjeldada projektiga hõlmatav ala ning projektlahendid esitada selle kohta ühtse tervikuna, mitte mäeeraldiste kaupa.

Kui korrastamise projekt hõlmab osa suuremast mäeeraldisest, siis ka sel juhul peaks projektlahendi käsitlemisel piirduma üksnes projektis piiritletud osaga. Siiski tuleks sel juhul 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.

Jääkvaru ammendamine

Üsna sageli ei ole korrastamise projekteerimise ajal mäeeraldise jääkvaru veel ammendatud. Kui lähtuda eeldusest, et korrastamine projekteeritakse kaevandamise alguses, siis teisiti see ei saagi olla. See tähendab, et projekteerimise ajal ei ole ka teada, millal täpselt mäeeraldis ammendatakse või milliseks täpselt kujunevad olud korrastamise ajal. Ka juba tegutsevate karjääride puhul juhtub sageli, et kaevandamisloa kehtivusaja lõpuni on jäänud mõni aasta ning ettevõttel tekib kohustus korrastamisega alustada, kuid kaevandatav jääkvaru on suurem, kui loa kehtivusaja jooksul jõutakse väljata. Valdavalt on sellises olukorras korrastamine projekteeritud lähtudes eeldusest, et mäeeraldis ammendatakse loa kehtivusaja lõpuks täielikult. Seda ei saa siiski pidada õigeks, sest projektlahendit, mille realiseerimine on ebareaalne ei ole

mõtet välja töötada. Kui enamikul juhtudel soovib arendaja varu jätkumisel kaevandmise luba pikendada või taotleda samale alale uue loa tegevuse jätkamiseks, ei ole siiski välistatud võimalus, et arendaja soovib oma tegevuse lõpetada.

Kaevandatava jääkvaruga karjääri korrastamisel tuleb lisaks korrastamisele arvestada ka jääkvaru konserveerimise ja juurdepääsu jätmisega tulevikus.

Olukorras, kus projekteerimise ja tegeliku korrastamise vahe on pikk, peab projekt olema piisavalt universaalne ja ettenägelik, et oleks ka aastate pärast kasutatav. Isegi kaevandamisprojekti olemasolul ei saa korrastamise projekteerimisel tagada, et korrastamise ajal on mäeeraldisel sellised tingimused, nagu kaevandamise projekti kohaselt võiks eeldada. Näiteks võivad puistangud paikeneda teistes kohtades, kui oli algselt projekteeritud, või ei pruugi kogu mäeeraldise varu osutuda kaevandatavaks ning jääb osaliselt väljamata, mistõttu võib karjääri konfiguratsioon või põhja kõrgus kujuneda teistsuguseks jne.

Mida varasemas kaevandamise etapis korrastamist projekteeritakse, seda suurem on määramatus ning seda paindlikum peab olema projektlahend, et seda hiljem ei peaks muutma.

Probleemi vältimiseks võib soovitada erinevate tüüpjooniste ja -lahenduste väljatöötamist eri maastikuelementide kujundamisel, jättes nende rakendamiskoha suhtes kaevandajale vajaliku vabaduse. Näiteks võib projekteerida materjali omadustest lähtuvalt karjääri külgede kalded ja puitsangute üldise korrastamislahendi (nõlvade kalded, minimaalse ja maksimaalse kõrguse, taimestamise jms).

Olukorra jaoks, mida tüüplahendi alusel korrastada ei ole võimalik, tuleb hiljem, asjaolude selgumisel, töötada välja täpne projektlahend, mille võib vormistada projekti lisana.

Selline projekti lisa võib hõlmata näiteks karjääri rajatavate-jäetavate teede paigutust ja parameetreid, veerežiimi reguleerimise küsimusi, eri objekte (tuletõrjeveevõtukohti, parklaid, supluskohti vms).

Kaeveõõne täitmine

Arvestatavat määramatust põhjustavad korrastamise projekteerimisel mistahes olukorrad, mis mõjutavad karjääri korrastamiseaegset seisundit, kuid mille kujunemist ei saa täpselt prognoosida. Vastupidiselt kaevandamisele kasutatakse karjääre küllalt sageli ka inertsete ehitusjäätmete ladestamiseks. Sageli on arendaja seisukohast mugav näha projektis ette suure osa või kogu karjääri tagasitäitmine, mis lihtsustaks nii korrastamist kui ka selle projekteerimist. Pahatihti kujunevad tegelikult ladestatavad kogused aga kavandatust oluliselt väiksemaks ning väljatöötatud projektlahend ei ole tegelikult saavutatav, sest ladestatavat materjali ei ole piisavalt. Kavandatava tegevuse elluviimist hakkab piirama kaevandamisloa kehtivusaeg, mille lõpuks peab kaevandatud maa olema korrastatud. Kui inertsete jäätmete ladestamist soovitakse hiljem jätkata, siis ei ole see enam käsitletav korrastamise, vaid ladestamisena, mis nõuab teiste tegevuslubade ja maakasutusõiguse olemasolu. Projekteeritud korrastamislahend peab igal juhul olema kaevandamisloa kehtivusaja jooksul reaalselt rakendatav.

Nii inertsete jäätmete ladestamine kui ka mistahes muude tegevuste kavandamine korrastamise käigus ei tohi hakata piirama juurdepääsu kaevandamata maavara varule.

Näiteks ei tohi tagasitäitmist lubada enne, kui maavaravaru ei ole väljatud lamamini, st mitte mäeeraldise põhjani, vaid kuni kogu kasuliku kihi lamamini.

Lähenemist „eks pärast vaatame“ ei saa pidada õigustatuks. Juhul kui kavandatavad tegevused ei võimalda korrastamist piisava detailsusega projekteerida, tuleb nad jätta ellu viimata, mitte vastupidi.

Lähteandmed, nende kogumine ja esitamine

Korrastamise projekteerimise kõige olulisemaks sisendiks võib pidada ajakohast markšeidermõõdistamise plaani.

Kehtivate õigusaktide kohaselt tuleb mäeeraldis ja selle teenindusmaa ümber mõõdistada ka 40 m laiune riba. Sageli paiknevad projekteerimise seisukohast olulised objektid aga kaugemal, st nii väljaspool mäeeraldise teenindusmaad kui ka mõõdistatavat puhvertsooni. Peamiselt on selleks erinevad taristuobjektid, aga ka asustus- või keskkonnapiirangud. Olulistest taristuobjektidest, millele kindlasti on vaja tähelepanu pöörata, jäetakse sageli mõõdistamata piirkonna veerežiimi mõjutav hüdrograafiavõrk – jõed, kraavid, truubid jms. Kui tee puhul ei ole tee konkreetne kõrgus ja sellest tingitud pikiprofiil niivõrd oluline, siis eesvoolu absoluutne kõrgus on projektlahendi seisukohast sageli kriitilise tähtsusega.

Just kaevandamiskoha veetaseme kujunemise ja kõikumisega seotud küsimused on korrastamise projekteerimisel sageli kõige suurema tähtsusega. Seega on projekteerimise seisukohast äärmiselt oluline, et kogu olemasolev info oleks kokku kogutud, esitatud ja sellega oleks arvestatud. Sageli on projektides uuringuaegset põhjavee taset käsitletud pinnapealselt ning markšeidermõõdistamistel fikseeritud veetasemed, nende sesoonne kõikumine, andmed väljapumbatud vee koguste kohta jms täiesti esitamata. Karjääre, kus niisugune info oleks üleliigne, õieti ei ole. Kui põhjavee taset ei ole avatud, siis tuleb ka see info esitada.

Teiselt poolt koormatakse korrastamise projektide seletuskirju tihti kergelt kättesaadava, kuid korrastamise seisukohast vähe olulise teabega. Näiteks on sageli väga põhjalikult kirjeldatud mäeeraldise või maardla geoloogilisi uuringuid, varu arvelevõtmise kronoloogiat, mäeeraldise laiendamise kronoloogiat, lubade ümbervormistamisi ja pikendamisi jms, samas kui objekti sisuline kirjeldus on pinnapealne.

Projekti seisukohast ei ole oluline seletuskirjas detailselt edastada administratiivset teavet, mis projektlahendi väljatöötamist oluliselt ei mõjuta. Selle asemel tuleks põhjalikult kirjeldada objekti paiknemist,

maastikku, elusloodust, geoloogiat, hüdrogeoloogiat, mäenduslikke tingimusi, taristut jms.

Objekti eripäradega arvestamine

Korrastamise projekteerimisel esineb sageli, et lahenduse väljatöötamisel lähtutakse üksnes korrastatavast objektist, mis on küll arusaadav, kuid mida ei saa pidada piisavaks.

Projekteerija peab iga kord kriitiliselt tellimuse ja korrastamistingimuste üleselt hindama nende sobivust ja kestlikkust, sest põhivastutus langeb siiski projekteerijale.

Näiteks tuleb pidada puudulikuks liiva-kruusakarjääri korrastamise projekti, mis paikneb tiheasustusala lähedal, kus piirkonnas ei ole ühtegi supluskohta, kuid kuhu selle rajamist ette ei nähta. Puhkeala rajamine ei pruugi olla maaomaniku ega kaevandaja huvi, sellist tingimust ei pruugi taibata seada ka vald ega keskkonnaamet, kuid ometi oleks naiivne eeldada, et sellises olukorras ei hakata karjääri tulevikus puhkeotstarbel kasutama. Seega, elementaarsetele nõuetele vastava supluskoha rajamata jätmine tähendab suuremat riski hilisemal tegelikul maakasutusel. Hoolimata sellest, et maakasutus toimuks sellises olukorras omal vastutusel, on sellest teadmisest vähe kasu, kui peaks juhtuma mõni tõsisem õnnetus. Võimalike konfliktolukordade märkamise kohustus on projekteerijal kui kõige suuremate kogemustega asjatundjal, kes peab kõik kaasnevad asjaolud põhjalikult läbi analüüsima.

Samavõrra nagu sotsiaalsetele aspektidele, tuleb pöörata tähelepanu ka võimalikele keskkonna- ja majandusaspektidele. Projekteerimisel tuleb arvesse võtta, kui korrastatav mäeeraldis ei hõlma kogu maardlat, st varu võib jätkuda nii külgnevatel aladel kui ka sügavuti ning suure tõenäosusega soovitakse tulevikus kaevandamist jätkata.

Järelkasutuse määramatusega arvestamine

Valdavalt korrastatakse karjäärid olenevalt põhjavee režiimist kas metsamaaks või veekoguks, ilma otsese aktiivse järelkasutuse eesmärgita. Siiski nähakse küllaltki sageli ette ka posttehnoloogiline aktiivne maakasutus virgestusala, tootmismaa, riigikaitsemaa vms kasutuse näol. Sellisel juhul nähakse korrastamise projektis üldiselt ette üksnes kavandatava lõppeesmärgi saavutamiseks vajalike eeltööde tegemine – maa tasandamine ja ohutustamine, jääkide ja jäätmete koristamine, mittevajalike rajatiste kõrvaldamine jms. Sageli jäetakse sellisel juhul projektis bioloogiline korrastamine lahendamata, sest kavandav tegevus eeldab projektipõhist haljastuslahendust või puudub selle järele vajadus üldse. Korrastamise seisukohast kujuneb probleemiks asjaolu, et üldjuhul ei saa tulevane maaomanik asuda kavandatut ellu viima enne, kui ei ole maad oma valdusesse saanud. Arendajaks võib sellisel juhul olla riik, kohalik omavalitsus, külaselts või keegi muu, kuid tavaliselt mitte kaevandaja. Maa üleandmine eeldab aga kaevandatud maa korrastatuks tunnistamist, mis antud juhul tuleks teha enne, kui maa on tegelikult kogu ulatuses korrastatud. Sagedaseks projektide puuduseks sellises olukorras on, et ei arvesta olukorraga, kui kavandatavat tegevust mistahes põhjusel ellu ei viida.

Algselt kavandatu võib ellu viimata jääda mitmel põhjusel, kas ei pruugi projekt leida rahastajat, kaob või muutub arendamishuvi vms. Ka õiguslikult on selline olukord puudulikult reguleeritud. Sätestamata on, kuidas toimub sellises olukorras korrastamiskohustuse üleminek uuele maa valdajale, kes ei ole kaevandaja ning kellel ei pruugi olla ka finantsvõimekust töö lõpetamiseks. Teisest küljest ei ole projektis enamasti käsitletud alternatiivlahendust ning korrastamise lõpetamine eeldaks bioloogilise korrastamise täiendavat projekteerimist.

Vältimaks puudulikku korrastamist olukorras, kus kavandatud erilahendit ellu ei viida, tuleks korrastamise projektis projekteerida bioloogiline korrastamine ka juhul, kui see ei ole esimene alternatiiv. Projekti kinnitamise ajaks peaks arendaja ja tulevase maakasutaja vahel olema sõlmitud võimalikult konkreetne kokkulepe, millega uus maakasutaja annab garantii, et viib korrastamise lõpuni juhul, kui algselt kavandatav tegevus mõistliku aja jooksul ei realiseeru.

See tähendab, et alternatiivse lahenduse majanduslik pool oleks õigesti hinnatud, et võetava kohustuse suurus oleks osalistele teada. Sellekohane kokkulepe on mõistlik enne kooskõlastada kaevandamisloa andja ja maaomanikuga ning lisada korrastamise projektile.

Kokkuvõttes võib öelda, et peamised korrastamise projektide kontseptuaalsed puudused on järgmised:

- korrastamise objekt ei ole õigesti piiritletud,
- karjääri ammendamisega ei ole õigesti arvestatud,
- karjääri tagasitäitmisega ei ole õigesti arvestatud,
- kõigile projektlahendit suunavatele lähteandmetele ei ole piisavat tähelepanu pööratud,
- kõiki projektlahendi sobivust mõjutavaid asjaolusid ei ole piisavalt arvestatud,
- projektlahendid ei ole püsivalt ja pikaajaliselt ohutud,
- projektlahend ei ole piisavalt hooldusvaba,
- uued rajatised ei ole projekteeritud piisava detailsusega.

Kontseptuaalseid projekteerimisvigu esineb sageli olukorras, kui ole tegemist n-ö standardse lahendusega, mis nõuab põhjalikumat süvenemist ja eri muutujate, sealhulgas tulevikus toimuda võiva tegevusega arvestamist.

Projekteerija peab iga kord selgitama välja kõik projektlahendi väljatöötamist ja elluviimist mõjutada võivad asjaolud ega tohi jätta ühtegi neist arvesse võtmata.

Olukorras, kus määramatuse tõttu ei ole konkreetse projektlahendi väljapakkumine võimalik, tuleb läbi projekteerida kõik reaalsed alternatiivid ja/või tüüplahendused, mis võivad vajalikuks osutuda. Kinnitamiseks esitatud projekt peab olema projekteeritud ulatuses alati rakendatav ning lähtuma realistlikest eeldustest. Olukorrad, mida ei ole võimalik projekteerimise ajal piisavalt täpselt käsitleda, tuleb piiritleda ja märkida, millisel kujul ja millal neid lahendada saab.

12.2. Korrastamise projekteerimise tehnilised vead ja soovitused

Korrastamise tehnilisteks vigadeks nimetatakse vigu, mis ei mõjuta valitud projektlahendi põhimõttelist rakendatavust või rakendamise võimalikkust, kuid võivad viia korrastamisvigadeni, vääriti mõistmiseni või on tegemist lihtsalt ebakorrektsusega. Tehnilised vead võivad esineda nii projekti seletuskirjas kui ka graafilistel lisadel.

12.2.1. Seletuskiri

Sageli esinevaks seletuskirja puuduseks võib pidada **kirjeldavat stiili**, mis ei ole projekti puhul asjakohane. Kirjeldava stiili kasutamine on kohane objekti kirjelduse juures. Kui mõningad erijuhud välja arvata, ei ole vaja projektis kirjeldada ka projekteerimise kulgu ega lahenduskäiku. Korrastamise projekti seletuskirja tuleks põhiosas käsitleda graafiliste lisade selgitusena, mis peab aitama projektlahendit paremini mõista ning andma juhised selle elluviimiseks.

Korrastamise projektide seletuskirjas jäetakse objekti kirjelduses sageli mainimata esinenud üleväljamine. Kuivõrd tegemist on eriolukorraga, kus kaevandatud maa on vaja korrastada väljaspool mäeeraldise või selle teenindusmaa piiri, tuleks seda siiski teha. Vajaduse korral tuleb ka tööde maht jms eraldi välja tuua, kui üleväljatud koha korrastamine nõuab näiteks eraldi kooskõlastamist.

Üsna sage viga on andmete esitamine projekti seletuskirjas vales järjekorras. Näiteks esitatakse analüüsis kasutatud andmed pärast analüüsi.

Projekti sisendandmed, sealhulgas kirjeldused ja projekteerimistingimused, tuleks esitada seletuskirja alguses, enne projektlahendi kirjeldamist. See võimaldab paremini jälgida projekteerimise kulgu ja hinnata projektlahendi sobivust.

Nimetatud puudus ei pruugi mõjutada projekti rakendatavust, kuid lihtsustab projekti läbivaatamist, mida eri osalised peavad tegema.

Nii seletuskirja kui ka graafiliste lisade sage puudus on korrastamisel ehitatavate rajatiste täpse projektlahendi esitamata jätmine. Selliseks rajatiseks võib olla veetamm, truup, kraav, ühendus- või läbisõidutee, parkla vms. Kõigi kavandatavate rajatiste kohta on vaja esitada rajatise ehitamiseks vajalikus mahus projektlahend ja tööjoonised. Juhul kui rajatise projekteerimine nõuab litsentsi, kutsetunnistuse vm pädevust tõendava dokumendi olemasolu, tohib vastava töö teha nõutud pädevusega isik.

Aeg-ajalt esineva puudusena tuleb märkida projekteerimist ja korrastamist lihtsustavate lähteandmete kasutamist. Näiteks on sage probleem veekoguks korrastamisel kinnikasvamist vältiva veesamba kõrguse saavutamine. Mistahes veerežiimi kujundamiseks tehtavad tööd on suhteliselt kulukad ega pruugi alati anda ka soovitud tulemusi. Seetõttu on vahel korrastamisjärgne veetase projekteeritud kõrgveeperioodi taseme järgi, mis aga ei ole iseloomulik. Teistel juhtudel on seatud tingimuse täitmiseks kirjeldatud veekogu sügavust üksikute sügavamate kohtade, mitte valdava sügavuse alusel. Nii püütakse vältida kulukate projektlahendite projekteerimist ja elluviimist, samas ei pruugi realiseeritav lahend olla kestlik.

Bioloogilise korrastamise osas on seletuskirjades jäetud sageli märkimata, kas istutamise või külvamise järel on vajalik rajatud kultuuri väetamine või mitte. Mõni kord jääb märkimata ka istutamise või külvamise kord, tihedus ja teostamise aeg. Üsna sageli ei käsitleta projektis korrastatud maa kõlvikulist jaotust või ei esitata maa sihtotstarbelise kasutamise koordinaate.

Korrastamise majandusarvutustes arvatakse vahel korrastamise koosseisu kaevandamisega seotud tööd, näiteks katendi eemaldamine ja ladustamine. Tihti on arvatud korrastamiskulude hulka masinate rendihinnad, kuid mitte kütuse- ega tööjõukulu. Sageli jäävad arvesse võtmata allhanke korras sisse ostetavad tööd, teenused ning materjalid, sageli ka seetõttu, et nendega seotud osad ei ole projekteeritud seda võimaldava detailsusega.

Üsna tihti ei ole projektides esitatud korrastamise kalenderplaan projekti rakendamise ajal enam asjakohane. Sageli esitatakse kalenderplaan vormitäiteks ega ole korrastamisel tegelikult järgitav. Probleem tuleneb asjaolust, et korrastamise kalenderplaan ei ole kaevandamisloa omanikule siduv, mistõttu ei pöörata sellele sageli suuremat tähelepanu.

Korrastamise kalenderplaani on mõistlik käsitleda pigem soovituslikuna, mis annab juhiseid ulatuses, mida on võimalik arvestada. Olulisem on konkreetsete tööde tegemise õige aja määramine kalendriaastas.

Näiteks millisel aastaajal on ühte või teist tööd kõige õigem teha, millisel mäetööde seisul mõne tööga tuleb alustada jne. Paratamatult peab arvestama, et mida varasemas etapis korrastamist projekteeritakse, seda ebatäpsem on kalenderplaan.

Kokkuvõttes võib öelda, et enamlevinud tehnilised vead korrastamise projektide seletuskirjades on järgmised:

- seletuskiri on koostatud kirjeldavas stiilis;
- seletuskirja struktuur ei ole loogiline;
- projektilahendi kujunemist mõjutavaid asjaolusid ei ole käsitletud piisavalt täpselt, osa olulisi andmeid on puudu;
- administratiivne teave on esitatud liigse põhjalikkusega;
- üleväljamine jäetakse eraldi käsitlemata;
- seletuskirjas esineb kordusi, esitatakse vastukäivaid andmeid;
- objektil kujuneda võivad olukorrad ja alternatiivid ei ole lõpuni läbi analüüsitud;
- veerežiimi kirjeldav info on pinnapealne;
- pakutakse välja korrastamistingimustest erinev lahend seda sisuliselt põhjendamata;
- projekteerimisel ei käsitleta loomastikku ega linnustikku;
- seletuskirjas ei viidata graafilistele lisadele;
- erilahendid on arvutuslikult või kirjalikult põhjendamata;
- kalenderplaan on vananenud või ei ole järgitav.

12.2.2. Graafilised lisad

Projekti graafiliste lisade esmane ülesanne on täita tööjoonise rolli, mille alusel projektlahend ellu viiakse. Seetõttu peavad graafilised lisad olema koostatud nõnda ja sisaldama sellist infot, et nad oleks eesmärgi saavutamiseks iseseisvalt ja lihtsalt loetavad.

Korrastamiskorra kohane nõue on, et projekti graafilised lisad tuleb koostada mäeeraldise plaaniga samas mõõtkavas. Siiski ei pea iga kord veaks pidama, kui graafilised lisad on koostatud suuremas ehk detailsemaks mõõtkavas. Väikese mõõtkavaga graafiliste lisade (M 1 : 5000 ja rohkem) oluliseks puuduseks vähene detailsus, mis mõjutab projekti ja korrastamise kvaliteeti.

Eestis levinud geoloogia ja mäenduse tava kohaselt tuleks geoloogilised läbilõiked konstrueerida uuringupuuraukude ja -kaevandite baasil.

See ei tähenda, et täiendavalt kirjeldamist vajavas olukorras ei võiks lõikeid koostada geoloogilise mudeli alusel, kuid põhiosas tuleb tugineda objekti kirjeldamisel puuraukude alusel koostatud läbilõigetele, mis on täpsemad.

Graafiliste lisade sagedaseks puuduseks on püüd mahutada kogu vertikaalsel lõikel esitatav info ühele lõigete komplektile. Üldiselt tuleb projekti juurde koostada kolm erinevat plaani: mäeeraldise plaan, mis kujutab projekteerimisaegset olukorda objektil; tehnoloogilise korrastamise plaan, mis kirjeldab tehnoloogilise korrastamise töid, nõlvade tasandamist, täitmist, puistangute ja rajatiste likvideerimist, uute rajatiste asukohti jms; bioloogilise korrastamise ja korrastatud maa plaani, mis samal lisal esitab andmed kõlvikute paiknemise, bioloogilise korrastamise andmeid ja kujutab kaevandatud maad pärast korrastamist.

Andmete rohkuse tõttu on tuleb enamikul juhtudel koostada mäeeraldise plaani, tehnoloogilise korrastamise plaani ning bioloogilise korrastamise ja korrastatud maa plaani juurde eraldi geoloogilised läbilõiked ja täiendavad kohtläbilõiked või ristprofiilid.

Puuduseks tuleb pidada, kui geoloogilised läbilõiked on konstrueeritud väheinformatiivsel sihil, samas kui suure muutlikkusega olukord on jäetud kirjeldamata.

Projekti plaanide sagedased puudused on ühe või mitme järgmise **vormitehnilise vea esinemine**, näiteks koordinaatvõrgustiku, geoloogiliste läbilõigete asukoha, mõõdistaja ja mõõdistusaja, koordinaat- ja kõrgussüsteemi, veekogude veetasemete, kraavide voolusuundade, põhjasuuna jms kohustuslike elementide

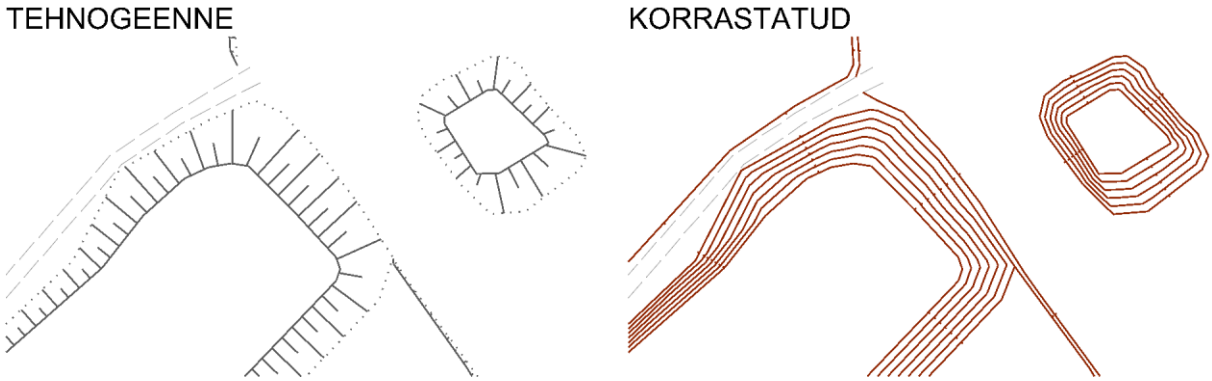
peale kandmata jätmine. Üsna tihti ei vasta graafiliste lisade legend lisades asutatud leppemärkidele või jätab osa leppemärke selgitamata.

Geoloogia valdkonna hea tava juurde kuulub objekti iseloomustavate leppemärkide kasutamine, mis hõlbustab graafilisest lisast arusaamist.

Näiteks ei ole hea stiil puurauke tähistada ruudu või kolmnurgaga ega kasutada geoloogilistel läbilõigetel ebaloomulikke täiteid või värve.

Tihti esineva naljakusena võib välja tuua **ebapiisava andmehulga alusel maapinna modelleerimisel** avalduva vea, kus eri kõrguste maapinna samakõrgusjooned omavahel ristuvad või lõikuvad näiteks veekoguga, mis looduses ei ole võimalik.

Projekti plaanide tüüpiliseks **topograafia veaks** võib pidada maapinna kujutamist vale leppemärgiga. Mäeeraldise plaanil ja tehnilise korrastamise plaanil on asjakohane kujutada karjääri nõlvu, puistanguid jms nõlva või astangu leppemärgiga (Pilt 12.1).



Pilt 12.1. Maapinna kujutamise näidis tehnogeensel ja korrastatud maastikul.

Bioloogilise korrastamise ja korrastatud maa plaanil on kohane samu elemente kujutada maapinna reljeef-samakõrgusjoontega 1 m vahega. Tihedama sammuga samakõrgusjoonte esitamine on arvutitehniliselt lihtne, kuid ei ole põhjendatud isegi olukorras, kui joonis muidu tühi tundub. Tegemist on pseudotäpsusega, mida joonise mõõtkava ei toeta.

Korrastamata ja korrastatud nõlvu tuleb joonistel tähistada erinevalt.

Sageli esitatakse graafiliste lisade hulgas nn **vertikaalplaneeringu joonis**, mis kujutab endast kõrguspunktide pilve, mis on genereeritud mäeeraldise kolmemõõtmelise mudeli alusel. Sellisel kujul esitatud andmed ei ole korrastamise töö tegijale sisuliselt kasutatavad. Juhul kui projekteerija peab vajalikuks, võib sellised andmed lisada digitaalse lisana tabeli kujul, kus on esitatud iga punkti kõik koordinaadid või korrastamisel kasutatavate masinate GPS-seadmetesse sisestamiseks sobival kujul, et selle järgi konkreetselt näiteks maapinda planeerida.

Sagedase puudusena tuleb ka märkida, et uute ehitatavate rajatiste joonised on sageli puudu või on esitatud eskiis-, mitte tööjoonise täpsusega.

Järgnevalt on esitatud kokkuvõttev loend varem nimetamata sagedamini esinevatest graafiliste lisade vigadest.

- Lisad ei ole koostatud eesmärgipäraselt ega esita korrastamiseks vajalikku infot;
- Projekteerimise alusel olev topomõõdistus ei ole tehtud mõõtkavale vastava nõutava tihedusega;
- Osa korrastamise seisukohast olulisi maastikuelemente on jäetud mõõdistamata või plaanile kandmata;
- Veekogude põhjakõrgused on mõõdistamata või peale kandmata;
- Geoloogiliste läbilõigete asukohad ei ole kantud plaanidele;
- Koostatud geoloogilised lõiked on väheinformatiivsed;
- Geoloogilised lõiked ei ole koostatud plaaniga samas horisontaalmõõtkavas;
- Geoloogilised läbilõiked ei tugine uuringupuuraukudele;
- Vormitehnilised nõuded on täitmata;
- Maapinna reljeefi ei ole kujutatud õige leppemärgiga või on tähistust kasutatud valesti;
- Koostamata on korrastamisjärgse kõlvikulise jaotuse plaan;
- Koostamata on kaevandamise projektist tulenevalt nõutud graafilised lisad, näiteks ee-passid;
- Esitamata on maa sihtotstarbelise kasutamise koordinaadid;
- Ehitavate rajatiste joonised ei ole piisavalt detailsed.

KASUTATUD KIRJANDUS

ABC News. Allikas: http://www.abc.net.au/news/2016-01-25/unearthing-perth-quarry-amphitheatre-history/7112450.

Arusoo, H. (2012). Vanast karjäärist sai kaunis kodu. *Loodusesõber, nr 1*.

Aua, J., & Salumäe, M. (2010). *Kamariku karjääri linnustikust. Hirundo, 23 (2), lk 73-74.*

Bachmann, E.-L. (2007). *Karbonaatkivimite karjäärid ja nende korrastamine Eestis (lõputöö).* Tartu Ülikool. Geoloogia Instituut.

Becker-Platen, J. (1993). Renaturierung von Sand- und Kiesgruben. - Eiszeitalter und Gegenwart. *Quaternary Science Journal*, lk 101–109.

Bioloogilise mitmekesisuse andmebaas e-Elurikkus. Allikas: http://elurikkus.ut.ee/.

Birdlife International. *Little Ringed Plover.* Allikas: http://www.birdlife.org/datazone/species/factsheet/22693770.

Bradshaw, A., & Hüttl, R. (2001). Future minesite restoration involves a broader approach. *Ecological Engineering*, lk 87–90.

Brenner, F. (2000). Wildlife and Fishery Considerations in Surface Mine Reclamation. - Reclamation of Drastically Disturbed Lands. *American Society of Agronomy*, lk 399–413.

Buttleman, C. (1992). *A handbook for reclaiming sand and gravel pits in Minnesota.* Minnesota Department of Natural Resources, Division of Lands and Minerals.

Cousins, S. A., & Lindborg, R. (2008). Remnant grassland habitats as source communities for plant diversification in agricultural landscapes. *Biological Conservation*, lk 233–240.

Dalhalla karjäär. Allikas: https://www.operanews.com/operanews/issue/article.aspx?id=1152.

Eesti Ornitoloogiühing. (2012). *Väiketüll.* Allikas: http://www.eoy.ee/tullid/vaiketull/vaiketull.

Eesti Ornitoloogiaühing. (2017). *Turteltuvi.* Allikas: http://www.eoy.ee/turteltuvi/aasta-linnud/turteltuvi.

Eesti Põhjaveekomisjon. (2004). Eesti põhjavee kasutamine ja kaitse.

Eesti Vabariigi keskkonnaministeerium. (1996). Maapõueseadus ja selle rakendamise õigusaktid I.

Elts, J., Leito, A., Leivits, A., Luigujõe, L., Mägi, E., Nellis, R., Ots, M., Pehlak, H. (2013). Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 2008–2012. - *Hirundo*, 26 (2), 80–112.

European Commission Enterprise and Industry Directorate. (2010). *Improving framework conditions for extracting minerals for the EU. Exchanging best practice on land use planning, permitting and geological knowledge sharing.* Allikas: http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/9986/attachments/1/translations/en/renditions/pdf.

European Ramblers Association. (2002). *European Walking Code.* Allikas: http://www.era-ewv-ferp.com/enjoyable-walking/european-walking-code/.

Fetter, C. (2001). *Applied Hydrogeology.* Prentice Hall.

Freundeskreis des Botanischen Gartens. (2012). *Der Naturnahe Steinbruchim Botanischen Garten der Universität Osnabrück.* Allikas: https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-26823.pdf.

Gilcher, S., & Bruns, D. (1999). *Renaturierung von Abbaustellen.* Stuttgart: Ulmer.

Glon'i savikarjääri projekt. Allikas: http://www.naturschaetze.lpv-aichach-friedberg.de/aus-2-hand/die-ehemalige-tongrube-in-glon.html.

Harris, J., Birch, P., & Palmer, J. (1996). *Land restoration and reclamation: principles and practice.* Harlow: Addison Wesley Longman.

Heidelberg Cement. (2008). *Promotion of Biodiversity at the Mineral Extraction Sites of HeidelbergCement.*

Heidelberg Cement. (2015). *Species protection program for sandmartin.* Allikas: http://www.birdlife.org/europe-and-central-asia/heidelbergcement-species-protection-programme-sand-martin.

Heikkinen, P., Noras, P., & Salminen, R. (2008). *Mine Closure Handbook. Environmental Techniques for Extraction Industries.* Allikas: http://en.gtk.fi/_system/print.html?from=/informationservices/publications/publications/latest/publication/EJ74.html.

Helm, A. (2011). *Eesti loopealsed ja kadastikud. Juhend koosluste hooldamiseks ja taastamiseks.* Allikas: https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/public/PLK/Lisa_2_Loopealsete_ja_kadastike_hoolduskava_2011.pdf.

Inseneribüroo STEIGER OÜ. (2009). Uurimistöö looduslike ehitusmaterjalide kasutamise riikliku arengukava 2010-2010 koostamiseks.

Inseneribüroo STEIGER OÜ. (2012a). *Siimusti karjääri korrastamise projekt.* Allikas: https://piksel.ee/dogre/jogeva/index.php?module=32&op=1&id=6706.

Inseneribüroo STEIGER OÜ. (2012b). Sillaotsa liivakarjääri korrastamise projekt.

Jõeleht, A., Polikarpus, M., Marandi, A., Kohv, M., & Karro, E. (2015). Hüdrogeoloogiline rakendusuuring Rummu karjäärijärve ümbruse liigniiskuse ja Rummu aleviku Aia tänava majade keldrite üleujutuste põhjuste väljaselgitamiseks. Tartu Ülikool. Ökoloogia ja maateaduste instituut.

Kaar, E., & Kiviste, K. (2010). *Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis.* Tartu: Eesti Maaülikool.

Kaar, E., Lainoja, L., Luik, H., Raid, L., & Vaus, M. (1971). *Põlevkivikarjääride rekultiveerimine.* Tallinn: Eesti NSV Metsamajanduse ja Looduskaitse Ministeerium.

Kaare, P. (2013). *Punavöötaudi tekitaja (Dothistroma septosporum) sporulatsioonist ja levikust Eestis (magistritöö).* Allikas: http://ph.emu.ee/~drenkhan/Magister/P_Kaare2013_Punavootaudi_tekitaja_Eestis.pdf.

Karro, A. (2016). *Ülevaade kaitsealuste taimede ümberistutamise praktikast Eestis (bakalaureusetöö).Tartu Ülikool. Ökoloogia ja Maateaduste Instituut.* Allikas: http://www.botany.ut.ee/kaitsmised_2016/bakatood/Astrit_%20Karro.pdf

Kassikaku elupaigad paemurdudes. Allikas: https://www.vdz-online.de/fileadmin/gruppen/bdz/Themen/Rohstoffe/BDZ_FlyerUhu_BBS_LDIN6S.pdf.

Kattel, T. (2015). *Mereäärne savikarjääri korrastamisprojekt.* OÜ Mäemees.

Keerberg, L. (2015). *Linnustikku mõjutavad tegurid ning elupaikade säilitamise ja loomise võimalused karjäärides (magistritöö). Eesti Maaülikool. Põllumajandus- ja keskkonnainstituut.* Allikas: https://dspace.emu.ee/xmlui/handle/10492/1929.

Keskkonnaamet. (2009). *Mustoja maastikukaitseala kaitsekorralduskava 2012-2021.* Allikas: https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/mustoja_mka_kkk.pdf.

Keskkonnaamet. (2014). Imara-Tabina liivamaardla Tabina II liivakarjääri mäeeraldise korrastamistingimuste esitamine.

Keskkonnainvesteeringute Keskus. (2002). Kõrekõrin masinamüra asemele. *Keskkonnainvesteeringute Keskuse aastaraamat*.

Keskkonnalubade teated. Allikas: www.ametlikudteadaanded.ee.

Keskkonnaministeerium. (2015). *Kivisisaliku kaitse tegevuskava.* Allikas: http://www.envir.ee/sites/default/files/kivisisalik.pdf.

Keskkonnaministeerium. *Loopealsete taastamisest Eestis: LIFE+ Nature projekt-Eesti loopealste karjamaade taastamine.* Allikas: http://life.envir.ee/elualvaritel.

Keskkonnaministri määrus. (2005). Nõuded maavaravarude kategooriatele ja maavaradele ning maavaravarude kasutusalade nimistu. RTL 2005, 47, 650.

Keskkonnaministri määrus. (1996). Kaevandamisalade rekultiveerimise kordade kinnitamine Pealmaakaevandamisega rikutud maa rekultiveerimise kord Turba tootmisalade rekultiveerimise kord. RTL 1996, 11, 89.

Keskkonnaministri määrus. (2010a). Pinnaveekogumite moodustamise kord ja nende pinnaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, pinnaveekogumite seisundiklassid ja seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning seisundiklasside määramise kord. RT I, 25.11.2010, 15.

Keskkonnaministri määrus. (2010b). Põhjaveekogumite moodustamise kord ja nende põhjaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, põhjaveekogumite seisundiklassid, põhjaveekogumite seisundiklassidele vastavad keemiliste näitajate väärtused ja koguseliste näitajate tingimused, põhjavee kvaliteedi piirväärtused, põhjavee saasteainesisalduse läviväärtused ning põhjaveekogumi seisundiklassi määramise kord. RTL 2010, 2, 22.

Keskkonnaministri määrus. (2013). Põhjaveekogumite moodustamise kord ja nende põhjaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, põhjaveekogumite seisundiklassid, seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ja koguseliste näitajate tingimused, põhjavett ohustavate saasteainete nimekiri, nende saastainete sisalduse läviväärtused ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees ning põhjaveekogumite seisundiklasside määramise kord. RT I, 28.06.2013, 14.

Keskkonnaministri määrus. (2015). Nõuded salvkaevu konstruktsiooni, puurkaevu või -augu ehitusprojekti ja konstruktsiooni ning lammutamise ja ümberehitamise ehitusprojekti kohta, puurkaevu või -augu projekteerimise, rajamise, kasutusele võtmise, ümberehitamise, lammutamise ja konserveerimise korra ning puurkaevu või -augu asukoha kooskõlastamise, ehitusloa ja kasutusloa taotluste, ehitus- või kasutusteatise, puurimispäeviku, salvkaevu ehitus- või kasutusteatise, puurkaevu või -augu ja salvkaevu andmete keskkonnaregistrisse kandmiseks esitamise ning puurkaevu või -augu ja salvkaevu lammutamise teatise vormid. RT I, 14.07.2015, 1.

Keskkonnaministri määrus. (2017). Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa korrastamise akti sisu. RT I, 08.04.2017, 5.

Keskkonnaregister. Allikas: http://register.keskkonnainfo.ee/envreg/main#HTTP1MWKyneYtSlmNVWPFJ4AhObi8K6Xa0.

Keskkonnaseadustiku üldosa seadus. (2016).RT I, 28.02.2011, 1.

Kukk, T., & Kull, T. (2017). *Taimkatte ja taimestiku inventuur Aru-Lõuna paekivikarjääris, Ubja põlevkivikarjääris ja Mereäärse savikarjääris. AS Kunda Nordic Tsement.* Pärandkoosluste Kaitse Ühing.

Kuznetsova, T. (2004). Okaspuude seisund põlevkivikarjääride tasandatud puistangutel (magistritöö). Eesti Põllumajandusülikool.

Kõre püsielupaikade kaitsekord. Allikas: https://www.riigiteataja.ee/akt/1051355?leiaKehtiv.

Kämärä, M. (2014). *Liivikute ja luidete maapinnasamblike mitmekesisuse varieeruvus sõltuvalt keskkonnateguritest ja häiringutest (magistritöö). Tartu Ülikool. Ökoloogia ja Maateaduste Instituut.* Allikas: http://www.botany.ut.ee/kaitsmised_2014/MAG.2014/12.Marja-Liisa%20K%C3%A4m%C3%A4r%C3%A4_Magistritoo.pdf.

Laes, M. (2007). Taimkate ja seda mõjutavad tegurid Saaremaa mõningates karjäärides. Eesti Maaülikool. Metsandus- ja maaehitusinstituut.

Leedu, E. (2010). Põlevkivikarjääride põllumajanduslik rekultiveerimine. rmt: Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis. (lk. 219–254).

Lõhmus, A., Kuresoo, A., Leibak, E., Leito, A., Lilleleht, V., Kose, M., Leivits, A., Luigujõe, L. & Sellis, U. (1998). Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus. - Hirundo 11 (2) Allikas: http://www.eoy.ee/hirundo/file_download/246/Hirundo_2-1998_1.pdf.

Maapõue kasutamise kohta. (1991). RT 1991, 4, 72.

Maapõueseadus. (1994). RT I 1994, 86, 1488.

Maapõueseadus. (2017). RT I, 10.11.2016, 1.

Magheramorne karjäär. Allikas: http://www.quarrymagazine.com/Article.aspx?id=6538&h=Quarry-gains-international-fame-through-TV-show

Marja, R. (2014). Millist elupaika eelistavad põllulinnud? *Eesti Loodus*, lk 350–354.

Masing, V. (1992). *Ökoloogialeksikon.* Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus.

Maskell, L., Smart, S., Bullock, J., Thompson, K., & Stevens, C. (2010). Nitrogen deposition causes widespread loss of speciesrichness in British habitats. *Global Change Biology*, lk 671-679.

Meidla, T. (2017). Ediacaran and Cambrian stratigraphy in Estonia: an updated review. *Estonian Journal of Earth Sciences*, lk 152–160.

Meriste, M., & Helm, A. (2015). Paldiski LNG terminali detailplaneeringuala käpaliste ümberasustamise seire aruanne.

Mesipuu, M. (2011). *Aru- ja soostunud niitude hoolduskava.*Pärandkoosluste Kaitse Ühing. Allikas: https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/public/PLK/Aru_ja_soostunud_niitude_hoolduskava_2012.pdf.

Metsa majandamise eeskiri. (2007). RTL 2007, 2, 16.

Metsatee seisundi kohta esitatavad nõuded. (2015). RT I, 16.06.2015, 3.

Montalvo, A., & Ellstrand, N. (2000). Transplantation of the Subshrub Lotus scoparius: Testing the Home-Site Advantage Hypothesis. *Conservation Biology*, lk 1034–1045.

Morris, D., & Johnson, A. (1967). Summary of hydrologic and physical properties of rock and soil materials as analyzed by the Hydrologic Laboratory of the U.S. Geological Survey. *U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1839-D*.

Morrison, D., Butt, L., Holland, D., & Westbury, A.-M. (2001). Natural revegetation of an abandoned quarry. *Cunninghamia*, lk 157–171.

NABU, Naturschutzbund Deutschland. (2007). *Betreiber von Steinbrüchen sichern den Lebensraum von Uhus.*

Nature after Minerals. *Artificial rafts and floating islands on minerals sites: designs.* Allikas: restorequarries.moonfruit.com/download/i/mark_dl/u/4012156712/4621685105/Floating%20islands%20&%20rafts%20Advisory%20sheet%20NAM.pdf.

Nordic Botanical. *Seemnete kogumisest.* Allikas: https://www.nordicbotanical.eu/seemned-1.

Nõva puhkeala. Allikas: http://www.loodusegakoos.ee/kuhuminna/puhkealad/nova-puhkeala/1465.

Operation Turtle Dove. Allikas: http://www.operationturtledove.org/get-involved/habitat/do-you-manage-land/establishing-feeding-habitat/.

Osnabrücki ülikooli botaanikaaed. Allikas: https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-26823.pdf.

OÜ Adepte Ekspert. (2013). *Maleva tn 4 kinnistu ja lähiala detailplaneeringu keskkonnamõju strateegiline hindamine.* Allikas: http://adepte.ee/wp-content/uploads/2013/06/Maleva-4-DP-KSH_aruanne.pdf.

OÜ Viru Mäebüroo. (2010). *Harku, Harku II, Harku IV lubjakivikarjääri korrastamisprojekt.*

Paal, J. (1997). *Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioon.* Allikas: http://www.botany.ut.ee/jaanus.paal/Jaanuse_Artiklite_koopiad/kasvukohatyypide.klassifikatsioon.Paal.pdf.

Paal, J. (1999). Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioon. Tartu.

Pae õpimapp. Allikas: http://tamsalu.kovtp.ee/pae-opimapp.

Park, D. (1982). Seedling demography in quarry habitats. rmt: B. Davis, *Ecology of Quarries: The Importance of Natural Vegetation* (lk 32–40).

Pearman, G. (2009). *101 things to do with a hole in the ground.* Post-Mining Alliance in association with the Eden Project.

Pehlak, H., Aua, J., Aaslaid, L., & Salumäe, M. (2014). *Veelindude inventuur Eesti karjäärides 2012. aastal.* Hirundo, 27(1), lk 1–8.

Pensa, M., Luud, A., Karu, H., & Vaht, R. (2005). Taimkatte taastumine põlevkivikarjäärides: istutatud ja looduslikult uuenenud puistute võrdlus. rmt: M. Sammul, & A. Lõhmus, *Ökoloogiline taastamine* (lk 96–112). Tartu: Eesti Looduseuurijate Selts.

Pensa, M., Luud, A., Karu, H., & Vaht, R. (2005). Taimkatte taastumine põlevkivikarjäärides: istutatud ja looduslikult uuenenud puistute võrdlus. rmt: M. Sammul, & A. Lõhmus, *Eesti Looduseuurijate Seltsi 83. aastaraamat* (lk 96–112).

Perens, R., & Vallner, L. (1997). Water-bearing information. rmt: A. Raukas, & A. Teedumäe, *Geology and mineral resources of Estonia* (lk 137-145). Tallinn: Estonian Academy Publishers.

Pirrus, E. (1997). Clay. rmt: A. Raukas, & A. Teedumäe, *Geology and mineral resources of Estonia* (lk 360–364). Tallinn: Estonian Academy Publishers.

Pirrus, E. (2001). *Eesti Geoloogia.* Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool.

Pirrus, E. (2007). *Maavarade geoloogia.* Tallinna Tehnikaülikool. Allikas: http://digi.lib.ttu.ee/i/?153.

Piusa külastuskeskus. (2017). Allikas: https://piusainfo.wixsite.com/piusa/piusa-koobastiku-looduskaitseala.

Porkuni paemuuseum. (2016). *Tamsalu lubjapark.* Allikas: http://www.paemuuseum.ee/paemuuseum/tamsalu-lubjapark/.

Poschlod, P., Kiefer, S., Tränkle, U., Fischer, S., & Bonn, S. (1998). Plant species richness in calcareous grasslands as affected by dispersability in space and time. *Applied Vegetation Science*, lk 75–91.

Prach, K., & Hobbs, R. (2008). Spontaneous Succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites. *Restoration Ecology*, lk 363–366.

Prach, K., Mars, R., Pysek, P., & Diggelen, R. v. (2007). Manipulation of Succesion. rmt: L. Walker, J. Walker, & R. Hobbs, *Linking Restoration and Ecological Succession* (lk 121–149). New York: Springer.

Projekt Eden. Allikad: http://www.edenproject.com/sites/default/files/documents/PB017-15-Annual-Report-2014-2015.pdf ja https://www.youtube.com/watch?v=f8unx8-pZxg.

Põhja-Tallinna halduskogu ettevõtluskomisjoni protokoll nr 28. Allikas: https://aktal.tallinnlv.ee/dokumendid/Halduskogud/Pohja-Tallinn/Komisjonid/Komisjon_345/2016/Koosolek_7066/etv%2028.pdf.

Põllumajandusamet. (2017). *Punavöötaud.* Allikas: http://www.pma.agri.ee/download.php?getfile2=1782.

Pärtel, M., Kalamees, R., Zobel, M., & Rosen, E. (1999). Alvar grasslands in Estonia: variation in species composition and community structure. *Journal of Vegetation Science 10*, lk 561–570.

Rademacher, M., Tränkle, U., Hübner, F., Offenwerger, H., & Kaufmann, S. (2008). Promotion of Biodiversity at the Mineral Extraction Sites of HeidelbergCement.

Rahvusvaheline Stratigraafia Komisjon. (2016). Allikas http://stratigraafia.info/materjalid/geoloogiline_ajaskaala.png.

Rannap, R., Briggs, L., Lepik, I., & Pappel, P. (2009). *Tegevuskava kõre (Bufo calamita) kaitseks Eestis 2010-2015.* Allikas:

http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/kore_kaitsekorralduskava.pdf.

Rannap, R., Pappel, P., & Linnamägi, M. (2006). *Tegevuskava harivesiliku kaitse korraldamiseks Eestis 2007–2012.* Allikas: http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/harivesilikutegevuskava.pdf.

Reinsalu, E. (2007). Elu võimalikkusest kaevandatud aladel. - Kaevandamine parandab maad. TTÜ Mäeinstituut.

Reinsalu, E. (2013). *Eesti mäendus II: õpik geotehnoloogia magistrantidele ja doktorantidele.* Tallinna Tehnikaülikool. Allikas: http://digi.lib.ttu.ee/i/?163.

Reinsalu, E. (2016a). *Eesti mäendus: maapõueinseneri õpik.* Tallinna Tehnikaülikool. Allikas: https://digi.lib.ttu.ee/i/?4066.

Reinsalu, E. (2016b). *Eesti mäendus III: diplomeeritud mäeinseneri õpik.* Tallinna Tehnikaülikool. Allikas: https://digi.lib.ttu.ee/i/?4611.

Reinsalu, E., Toomik, A., & Valgma, I. (2015). *Kaevandatud maa.* Tallinna Tehnikaülikool. Allikas: https://digi.lib.ttu.ee/i/?2215.

Richardson, P., MacDougall, A., & Larson, D. (2012). Fine-scale spatial heterogeneity and incoming seed diversity additively determine plant establishment. *Journal of Ecology*, lk 939–949.

Rootsmäe, L., & Veromann, H. (1974). *Eesti laululinnud.* Tallinn: Valgus.

Royal Society for the Protection of Birds. (kuupäev puudub). *Projekt "Ouse Fen".* Allikas: http://www.rspb.org.uk/reserves-and-events/find-a-reserve/reserves-a-z/reserves-by-name/o/ousefen/about.aspx.

Ruumiandmete seadus. (2017). RT I, 10.03.2017, 2.

Rüütel, C. (2015). Milleks geoloogiline uuring ja võimalik lubjakivi kaevandamine Alesti karjääris? *Raplamaa Sõnumid*.

Saar, L., Takkis, K., Pärtel, M., & Helm, A. (2012). Which plant traits species loss in calcareous grasslands with extinction debt? *Diversity and Distributions*, lk 808–817.

Saarte Geopark. Allikas: http://www.saartegeopark.ee.

Saik, A. (2016). Suvitajaid ei pea okastraadid ega müürid – eluohtlik Rummu karjäär kubiseb ujujaist. *Õhtuleht*. 28. juuli.

Singh, A., Raghubanshi, A., & Singh, J. (juuni 2002. a.). Plantations as a tool for mine spoil restoration. *Current Science*, lk 1436–1440.

Siseministri määrus. (2002). Lasketiiru ja laskepaiga ning laskevõistluse ja treeninglaskmise ohutusnõuded. RTL 2002, 45, 625.

Stevens, C., N.B.Dise, Mountford, J. O., & Gowing, D. (2004). Impact of nitrogen deposition on the species richness of grasslands. *Science*, lk 1876-1879.

Suuroja, K., & Klein, V. (1997). Cristalline rocks. rmt: A. Raukas, & A. Teedumäe, *Geology and mineral resources of Estonia* (lk 346–348). Tallinn: Estonian Academy Publishers.

Šalek, M. (2012). Spontaneous succession on opencast mining sites: implications for bird biodiversity. *Journal of Applied Ecology*, lk 1417–1425.

Šveitsis asuv savikarjääri rajatud elamupiirkond ja selle kirjeldus. (kuupäev puudub). Allikas: http://www.wengerpartner.ch/pic-baufelder-3-und-5/ ja http://www.kofu-zup.ch/asp/db/pdf/ZUP79-15_umgebungsgruen.pdf

Zobel, M. (1984). *Loopealsed, kadastikud, lookadastikud.* Eesti Loodus 27, lk. 372–378.

Talvi, T., & Talvi, T. (2012). *Poollooduslikud kooslused. Kaitse ja hooldus.* Põllumajandusministeerium. Allikas: https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/public/PLK/poollooduslikud_kooslused.pdf.

Tartu Seikluspark. Allikas: http://www.tartuseikluspark.ee/

Tell, R. (2006). Tamsalu lubjapargist. *Konverentsi Rahvuskivi rahva kiviks Pandivere paepargis 8. septembril 2006 Väike-Maarjas.*

The Royal Society for the Protection of Birds. (2016). *International Single Species Action Plan for the Conservation of the European Turtledove Streptopelia turtur (2018 to 2028) Draft.* Allikas: http://www.trackingactionplans.org/SAPTT/downloadDocuments/openDocument?idDocument=49.

The Royal Society for the Protection of Birds. (2017). *About Ouse Fen.* Allikas: http://www.rspb.org.uk/reserves-and-events/find-a-reserve/reserves-a-z/reserves-by-name/o/ousefen/about.aspx.

Timm, U., Niitlaan, E., Toomik, A., Johanson, J., & Malm, I. (2007). ... ja kolmandal päeval lõi jumal maa ja lasi sellest võrsuda haljast rohtu. *Kaevandamine parandab maad*, lk 25–30.

Tomingas, K. (2015). *Ammendunud lubjakivikarjääride ja loopealsete taimekoosluste struktuuri võrdlus (magistritöö).* Tartu Ülikool. Ökoloogia ja Maateaduste Instituut. Allikas: http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/47351/tomingas.pdf.

Tomps, J. (2017). Into the Valley peakorraldaja: meie kirg on luua festivale ebatavalistes kohtades. *Eesti Päevaleht*. 26. mai.

Trefili karjäär. Allikas: http://www.mining.com/quarry-used-for-dr-who-set-is-for-sale-14967/.

Tropek, R., & Konvica, M. (2008). Can quarries supplement rare xeric habitats in a Piedmont region? Spiders of the Blanksy Les MTS, Czech Republic. *Land Degradation & Development*, lk 104–114.

UNEP & WHO. (1998). Mining, mine waste and environmental engineering. rmt: UNEP, *Mine Rehabilitation for Environment and Health Protection: A Training Manual.*

Ursic, K., Kenkel, N., & Larson, D. (1997). Revegetation dynamics of cliff faces in abandoned limestone quarries. *Journal of Applied Ecology*, lk 289–303.

Uustal, A. (2008). *Karjääride rekultiveerimine: ülevaade kaevandamisjärgsest taimestamisest Eestis ja mujal (lõputöö).*Tartu Ülikool. Ökoloogia ja Maateaduste Instituut. Allikas: http://www.botany.ut.ee/loputood/Ave_Uustal_Bakalaureuset_2008.pdf.

Uustal, A. (2011). Lubjalembeste taimede liigirikkus ja liigiline koosseis vanades paekivikarjäärides (magistritöö). Tartu Ülikool. Ökoloogia ja maateaduste instituut.

Vabariigi Valitsuse määrus. (2004). Kaitsealuse liigi isendi ümberasustamise kord. RT I 2004, 58, 412.

Wahl, F. (2017). Rummu reivis kõvemini kui eales varem. *Eesti Päevaleht*. 4. juuli.

Valgma, I. (2014). *Rakke lubjakivikarjääri kaevandamisega rikutud maa korrastamisprojekt.* Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut.

Vasalemma vallavalitsus. (2011). *Vasalemma valla üldplaneering.* Allikas: http://www.vasalemma.ee/documents/109703/1727172/Vasalemma_valla_UP_tekst_20.06.2011.pdf/c39f61c1-8fa6-4e23-a6fc-2325e1623738.

Vaus, M. (1970). Eesti põlevkivikarjääride pinnaste metsakasvatuslikud omadused. Tallinn. Valgus.

Weitefeldi karjäär. Allikas: http://www.imerys.com/scopi/group/imeryscom/imeryscom.nsf/pagesref/IBIS-8FEMY3?OpenDocument&Lang=EN.

Viil, A. (2011). Põlevkivikarjääride (kaevandatud alade) rekultiveerimine. rmt: I. Valgma, *Kaevandamine ja vesi* (lk 112–121). Tallinn: TTÜ mäeinstituut.

Winter, T., Harvey, J., Franke, O., & Alley, W. (1998). Ground Water and Surface Water. A Single Resource. *U.S. Geological Suvrey Circular 1139*.

Visit Pandivere. (2016). *Tamsalu lubjapark.* Allikas: http://www.visitpandivere.ee/vaatamisvaarsused/93-tamsalu-lubjapark.

Vogel, W. (1987). A manual for training reclamation inspectors in the fundamentals of soil and revegetation. USDA.

Väli, Ü. (2001). *Hiiumaa karjäärid veelindude elupaigana.* Hirundo, 14 (1), lk. 43–48.

PILTIDE LOEND

Pilt 1.1. Eesti lihtsustatud geoloogiline läbilõige (Pirrus, 2001). 14

Pilt 1.2. Aluspõhja kivimite avamusalad Eestis maa-ameti geoloogia kaardirakenduse kaardi põhjal (üleval) ja lihtsustatud Eesti geoloogiline läbilõige keskkonnaregistri hüdrogeoloogiliste puuraukude andmete põhjal (all). 17

Pilt 1.3. Lasnamäe ehituspae kihid kivimurdjate antud nimedega 19

Pilt 1.4. Mõhna kaevandamine. 22

Pilt 1.5. Aluspõhja veekomplekside levik ja hüdrogeoloogilised läbilõiked 25

Pilt 1.6. Karbonaatkivimite kolmikdiagramm (Reinsalu, 2016a). 29

Pilt 1.7. Veeriste- ja munakaterohke kruus. 33

Pilt 1.8. Kambriumi sinisavi. 34

Pilt 1.9. Tehnosetted – fosforiidi rikastusjäägi puistangu jäänused. 36

Pilt 1.10. Põhjavee paiknemine maapõues. 40

Pilt 1.11. Põhjavee taseme kaart. 41

Pilt 1.12. Järve ja põhjavee seosed. 43

Pilt 1.13. Jõgede tüübid sõltuvalt nende toitumisest. 44

Pilt 1.14. Kaevandatud ala mõju põhjavee tasemele. 45

Pilt 1.15. Kõre (*Epidalea calamita*) elupaigaks kujundatud veekogu Männiku liivakarjääris. 47

Pilt 1.16. Kruusa ja liiva mäeeraldiste jaotus maakonniti 48

Pilt 1.17. Keskdevoni lademe savi. 49

Pilt 1.18. Lubja- ja dolokivi mäeeraldiste jaotus maakonniti ja paelevilad (Reinsalu, 2016a) Eestis. 51

Pilt 1.19. Ehituslubjakivi – Uhaku ja Lasnamäe lade. 52

Pilt 1.20. Tehnoloogilise lubjakivi lihvitud näidis – Juuru lade. 52

Pilt 1.21. Viimistluskivi, Jaagarahu lade. 53

Pilt 1.22. Viimistluskivi, Paadla lade. 53

Pilt 1.23. Kaevandi rajamine kruusa ja liiva uuringul. 58

Pilt 1.24. Tigupuurimine liiva uuringul. 59

Pilt 1.25. Südamikpuurimine. 59

Pilt 1.26. Südamikpuurotsik. 60

Pilt 1.27. Näritspuurotsikud. 60

Pilt 2.1. Aukkaevandamine. 68

Pilt 2.2. Puurtööd lõhkamiseks. 70

Pilt 2.3. Lõhkamine dolokivikarjääris. 70

Pilt 2.4. Hüdrovasaraga piikamine. 71

Pilt 2.5. Liiva väljamine buldooseri ja ekskavaatoriga. 72

Pilt 2.6. Liiva väljamine pinnasepumbaga. 72

Pilt 2.7. Savi ammutamine multikopaga. 73

Pilt 2.8. Peatatud mäetöö. 75

Pilt 2.9. Korrastatud, peatatud ja hüljatud karjäär. 76

Pilt 2.10. Vastutusvõimetu isiku hüljatud kruusaauk Viiratsi vallas. 77

Pilt 2.11. Loodustunud kallasmurd, „Muraste paeplats“. 80

Pilt 2.12. Lasteaia mängumaa saneeritud paemurrus. 80

Pilt 3.1. Uuritud ala korrastamise protsess. 84

Pilt 3.2. Kaevandatud ala korrastamise protsess. 92

Pilt 3.3. Aidu sõudekanal..... 94

Pilt 3.4. Korrastamise kavandamise üks võimalikke viise karjääri kavandamisest kuni kaevandatud ala järelkasutuseni..... 97

Pilt 4.1. Suletud uuringukaevand. 109

Pilt 4.2. Kaevanditega uuritud ja korrastatud uuringuala pärast uuringut. 110

Pilt 4.3. Korrastamata ehitusuuringu kaevand..... 111

Pilt 4.4. Suletud puurauk liiva-kruusa uuringul. 112

Pilt 4.5. Hüljatud põhjaveeseirekaev. Maardu rikastusjäätmete korrastamata puistang 113

Pilt 4.6. Sulgemata ja suletud geoloogilise puuraugu läbilõige..... 114

Pilt 4.7. Seirekaevuks kohandatud geoloogilise uuringu puurauk. 116

Pilt 4.8. Lammutamata ja lammutatud puuraugu läbilõige. 118

Pilt 5.1. Pae järv – puhkeala Lasnamäel. 120

Pilt 5.2. Klaasiliivakaevanduse tõkestatud varinguava. 121

Pilt 5.3. Kaevandamise juurdepääsemise ja vaatlemise võimalused. Vasakul vall- või küngasmaardla, paremal tasandikul olev maardla..... 125

Pilt 5.4. Näide tehisliku ilmega veekogust sirgjoonelise kalda ja geomeetriliste nõlvadega..... 126

Pilt 5.5. Näide loodusliku olemusega karjäärist – kaldajoon lookleb, vees on ilmselt kõrgem koht, kus kasvab veetaimestik, veekogu servades esineb reljeefi, näha on nii leht- kui ka okaspuid. 127

Pilt 5.6. Näide loodusesse sulanduvast teest endises söekarjääris Prantsusmaal Rieulays. 127

Pilt 5.7. Näide kõrghaljastusega tekkivatest eraldatud ruumidest. 128

Pilt 5.8. Karjäärinõlva elemendid liivakarjääri näitel. 132

Pilt 5.9. Püsiv, järsuks kujundatud ehituslubjakivikarjääri nõlv. 134

Pilt 5.10. Lauge-kaldne nõlv. 134

Pilt 5.11. Korrektselt, kuid loodusesse vähesobivalt korrastatud nõlv. 135

Pilt 5.12. Looduspäraselt kujundatud ja isetaimestunud nõlvad. 135

Pilt 5.13. Materjali kadu pehme pinnase (nõlvus 1 : 2) hoidetervikus sõltuvalt astangu kõrgusest. 136

Pilt 5.14. Teenindusmaa kasutamine maavara säästlikuks kasutamiseks. 137

Pilt 5.15. Kallasrada kõrgekaldal (vasakul) ja lamekaldal (paremal). Punase joonega on tähistatud mäeeraldise, sh maavara piir. 140

Pilt 5.16. Maavara kaota kallastee (soovitatav, vasakul) ja maavara kaoga, kallastee (mittesoovitatav, paremal). Punase joonega on tähistatud mäeeraldise piir. 141

Pilt 5.17. Puidust piire. 146

Pilt 5.18. Müratõke, mis toimib ühtlasi juurdepääsutõkkena. 147

Pilt 5.19. Igati nõuetekohane mulla säilitamise viis. 149

Pilt 5.20. Kaevandamisel allpool põhjavee taset on karjääri kujunenud püsiveekogu, millel võib näha kühmnokk-luiki ja sõtkaid. 153

Pilt 5.21. Metsaga ümbritsetud kruusakarjääri on hakanud spontaanse taastumise teel kujunema puistu. 157

Pilt 5.22. Looduslikult taastuv korrastamata paekarjäär. 159

Pilt 5.23. Kahkjaspunane sõrmkäpp korrastatud Pidula liivakarjääris Saaremaal. 160

Pilt 5.24. Väikeveekogud ja kujunev taimestik kruusakarjääri kaevandatud osas. Taimestunud on ka puistangud, mis hilisemal korrastamisel tuleb tasandada. 161

Pilt 5.25. Väikeses karjääriveekogus kasvavad vesiroosid pakuvad varje- ja toitumisvõimalusi nii kiilidele kui ka konnadele..... 163

Pilt 5.26. Karjääri ümbritsevatest elupaikadest võib saada taimeseemneid koguja abil. 165

Pilt 5.27. Hüdrokülvamine Viljandis Peetrimõisas. 167

Pilt 5.28. Õnnestunud hüdrokülv Vastseliina-Meremäe tee 17. kilomeetril. 168

Pilt 5.29. Kaitsealuste taimede mätaste laadimine ümberasustamiseks Paldiski LNG terminali detailplaneeringualalt. 171

Pilt 5.30. Mätaste ümberistutamine. 173

Pilt 5.31. Metsaga ümbritsetud karjäärid taimestuvad kiiresti. 175

Pilt 5.32. Metsastamine: karjääri kõrgematele osadele (esiplaanil) on rajatud männikultuur ja madalamatele osadele on istutatud kasetaimed. 178

Pilt 5.33. Taime istutusjärgne asend ja sügavus. Vasakul paljasjuurse puu istik, paremal männiseemik. 182

Pilt 5.34. Rohumaaks korrastatud liivakarjäär. 188

Pilt 5.35. Seemnete kogumine seemnekogujaga. 190

Pilt 5.36. Endisest paekarjäärist on saanud liigirikas loopealne. 193

Pilt 5.37. Looduslikult taimestunud endine Haavakannu paemurd Harjumaal Kuusalu vallas. 194

Pilt 5.38. Looduslike taimedega põlluservad rikastavad elustikku. 198

Pilt 5.39. Suur-laukhaned ja rabahaned rändepeatusel Aardlapalu karjäärijärvel. 201

Pilt 5.40. Harivesiliku elupaik korrastamata kruusakarjääris. 203

Pilt 5.41. Aru-Lõuna paekarjääri sõelmepuistangutes pesitseb kaldapääsuke. . 204

Pilt 5.42. Ohutu nõlv väljatud ja aktiivse tarbevaru piiril. 209

Pilt 5.43. Saaremaal asuva karjääri kaevandatud osasse on kujunenud kõre elupaik. 211

Pilt 5.44. Ortofotod puhkealadena kasutatavatest karjäärijärvedest 213

Pilt 5.45. Saarte tüübid. 214

Pilt 5.46. Jõgitiirudele sobivad pesitsemiseks taimestumata saarekesed karjääriveekogudes. 215

Pilt 5.47. Veekogude võimalikud kasutusviisid. 216

Pilt 5.48. Lasnamäe kivimurdu rajatud paepark. 217

Pilt 5.49. Korrastamine looduslähedase kujuga veekoguks. 218

Pilt 6.1. Nõlva kujundamine ekskavaatoriga kitsastes tingimustes. 221

Pilt 6.2. Nõlva kujundamine buldooseriga. 221

Pilt 6.3. Nõlva kujundamine pinnasepumbaga kaevandamise käigus. 222

Pilt 6.4. Endisesse Raadi kruusakarjääri rajatud seikluspark. 225

Pilt 6.5. Motokross Pärnumaal Potsepa karjääris. 226

Pilt 6.6. Eramu endisel kaevandamisalal Harjumaal Selli külas. 227

Pilt 6.7. Elamu karjääriveekogu ääres Saaremaal Tomba külas. 228

Pilt 6.8. Harilik võipätakas korrastatud Pidula liivakarjääris Saaremaal. 229

Pilt 6.9. Hariliku võipätaka ja teiste niiskuslembeste taimeliikide kasvukoht korrastatud Pidula liivakarjääris. 230

Pilt 6.10. Endine Raadi kruusakarjäär Tartus. Ala on taimestunud loodusliku suktsessiooni teel. 231

Pilt 6.11. Pilliroog ja lepad korrastatud Mannare kruusakarjääri kujunenud väikeveekogu ääres Pärnumaal. 231

Pilt 6.12. Sihtliikide elupaigad liivakarjääris. 234

Pilt 6.13. Juttselg-kärnkonn ehk kõre tegutseb peamiselt öötundidel. 235

Pilt 6.14. Lavassaare kruusakarjääri rajatud kõre kudemisveekogud kaevumiskuhjadega. 236

Pilt 6.15. Kõrele rajatud kudemisveekogud Võiduküla endises liivakarjääris. ... 238

Pilt 6.16. Harivesilik on meie kahest vesilikuliigist suurim. 239

Pilt 6.17. Paljude kivisisalike külgedel on selgesti eristatavad heleda keskosa ja tumeda ümbrisega laigud (nn silmalaigud). 242

Pilt 6.18. Inimkaasleja väiketüll võib peale karjääride pesitseda ka vanade kolhoosihoonete või siloaukude lähedal, kus leidub talle sobivat kivist-kruusast pinda. 244

Pilt 6.19. Väiketüllidele sobilik elupaik Partsi kruusakarjääris Hiiumaal. 244

Pilt 6.20. Kaldapääsukesed pesitsusperioodi alguses Tabina karjääris. 246

Pilt 6.21. Kaldapääsuke eelistab pesitsemiseks taimestikuvabasid järske nõlvu. Kuna varisemisel pesitsustingimused halvenevad, pole nõlvasid karjääride korrastamisel üldjuhul vaja säilitada. 247

Pilt 6.22. Nõmmelõokese tiivanukil on iseloomulik kontrastne (hele-tume-hele) muster. 249

Pilt 6.23. Sõtka pesakond Hiiumaa Tilga kruusakarjääri roostunud veekogul. .. 251

Pilt 6.24. Turteltuvi vajab joomiseks laugete kallastega veekogusid. 252

Pilt 7.1. Tsirguliina tellisetehaste hüljatud savikarjäär on sulandunud keskkonda. 254

Pilt 7.2. Savikarjääri nõlva kujundamine. 256

Pilt 7.3. Kunda saviauku kuhjatud jäätmete nõrgvee mõõtmispunkt. 257

Pilt 7.4. Kopli savikarjääri rajatud jäätmehoidla ladestusala korrastatult. 258

Pilt 7.5. Ilmatsalu kalatiikidest on saanud rändeaegne magnet paljudele veelindudele. 259

Pilt 7.6. Eden Project: endisesse savikarjääri rajatud keskkonnaharidus- ja kultuurikeskus. 260

Pilt 7.7. Eden Project: kasvuhoone sisevaade, näha on endise karjääri seina... 261

Pilt 7.8. Mereäärse savikarjääri vanem, ammendatud osa on kattunud soostunud niidule omase taimestikuga ning võsastub halli lepa ja pajudega. 263

Pilt 7.9. Mereäärse savikarjääri platoodel vahelduvad liigniisked tingimused põuaga, kuid on liike, kes suudavad kasvada ka sellistes ekstreemsetes tingimustes. Pildil on näha laiuva nadaheina (*Puccinellia distans*) puhmikuid. 264

Pilt 7.10. Sihtliikide elupaigad savikarjääris. 265

Pilt 7.11. Savikarjäärist kujunenud väikeveekogu Raplas. 266

Pilt 7.12. Ilmatsalu endisesse savikarjääri rajatud kalatiikide ääres on pesitsenud vähearvukas värvuline sinirind..... 268

Pilt 8.1. Nõlvaaluse kallasrajaga nõlva korrastamise võimalus madala veetasemega lubjakivikarjääris. 271

Pilt 8.2. Nõlva kujundamise võimalus olukorras, kus täitepinnase maht on piiratud. 272

Pilt 8.3. Täite läbilõige paekarjääri rannaala kujundamisel. 273

Pilt 8.4. Täitmismahu vähendamise skeem. 273

Pilt 8.5. Rannaala kujundamine ilma tagasitäiteta..... 273

Pilt 8.6. Tallinna Polütehnilise Instituudi mäetudengid Lasnamäe paemurrus 1956. aastal..... 275

Pilt 8.7. Sama koht korrastatuna kuuskümmend aastat hiljem. 275

Pilt 8.8. Rummu karjäärijärv..... 276

Pilt 8.9. Näidispaemurd Tamsalu lubjapargis rajamise ajal..... 277

Pilt 8.10. Näidispaemurd Tamsalu lubjapargis kümme aastat pärast rajamist.. 278

Pilt 8.11. Spontaanselt taastunud lookooslus hüljatud Lõetsa paemurrus Muhu saarel..... 279

Pilt 8.12. Aru-Lõuna paekarjääri ammendatud põhjale kujunenud taimestik sõltub pinnakatte paksusest – paeplaadid on heal juhul üksnes sammaldunud, puittaimed kasvavad paelõhedel. 281

Pilt 8.13. Halli käpa isendirohke leiukoht vanal puistangualal, kujuneval kuival karbonaatsel niidul. Aru-Lõuna paekarjäär..... 283

Pilt 8.14. Madal unilook vajab avatud, hõreda taimestikuga karbonaatset pinnast. 283

Pilt 8.15. Noored kased endises paekarjääris. 285

Pilt 8.16. Seemnekoguja esmane saak, mis vajab veel puhastamist. 286

Pilt 8.17. Sihtliikide elupaigad paekarjääris. 287

Pilt 8.18. Kassikaku pesapaik endises grauvaki karjääris Nordrhein Westfalenis Saksamaal. 288

Pilt 8.19. Sõelmekuhjade ülaserva rajatud kaldapääsukese pesakoopad Aru-Lõuna paekarjääris. 289

Pilt 8.20. Loopealsetele omased liigid aas-hundihammas *(Astragalus danicus)*, karutubakas *(Hieracium pilosella*) ja lamba-aruhein *(Festuca ovina*) endises Lõetsa paemurrus Muhu saarel. 291

Pilt 9.1. Võimalikest ohtudest teavitav plakat Prantsusmaal. 294

Pilt 9.2. Skeemlahendus endise Kabina karjääri maa-alast, millel on Suur-Emajõega ühendatud veepeegel ning mille äärde on kavandatud elamud ja avalik supelrand. 298

Pilt 9.3. Vaade alale, kuhu eespool toodud skeemi kohaselt peaksid tulema elamud. 299

Pilt 9.4. Kuristiku asum (endine Lasnamäe VII mikrorajoon) sada aastat tagasi (ülal) ja tänapäeval (Reinsalu, 2007; joonis 13-2) (all). 300

Pilt 9.5. Näide endisele kaevandamisalale rajatud logistikaterminalist Prantsusmaal Rieulays. 301

Pilt 9.6. Väo soojuselektrijaam..... 302

Pilt 9.7. Laeva kruusakarjääri Tartumaal Tallinna-Tartu maantee ääres on rajatud tankla, söögikoht ja parkla. 304

Pilt 9.8. Lumerõõmud Tartu Kassitoomel. Endises karjääriaugus on üksikud puud, mille vahelt saab liugu lasta. 306

Pilt 9.9. Tartu seiklusparki tutvustav plakat, mis näitab ala kasutusi. 307

Pilt 9.10. Vaade Tartu seikluspargile õhusõidutrosside küljest, endise karjääri servast. Otse ees all teatriosa, paremal pool paviljon teenuste ja toitlustuse pakkumiseks, vasakul seiklusrada puudel ja maapinnal. Pikk õhusõit läheb ala keskelt kausi teise serva. 308

Pilt 9.11. Vaade Tartu seikluspargile pargi sees. Paremal ja taamal endise karjääri nõlvad. Aja jooksul on karjääri kasvanud puud, mille külge on tehtud seiklusrada. 308

Pilt 9.12. Vaade Tartu lumepargile. Lumi on sulamata nõlvaosadelt, millel toimus kelgutamine, tuubitamine, keskel on näha tõstuk. 309

Pilt 9.13. Järveks korrastatud liivakarjäär eramuga poolsaarel. 310

Pilt 9.14. Lasnamäe paepark – puhkealaks korrastatud paemurd. 310

Pilt 9.15. Veepark Valdeku karjääris. 312

Pilt 9.16. Aastal 2012 töös olnud karjääriosale tuleviku kavandamine, eskiislahendus karjääri kasutamisest pärast kaevandamise lõpetamist. 313

Pilt 9.17. Ringahi Tamsalu lubjapargis. 319

Pilt 9.18. Endine paemurd siltide ja infotahvlitega. 320

Pilt 9.19. Kaitseväetehnika õppeala Rootsis Skövde linna lähedal. 327

Pilt 9.20. Kaitseväetehnika õppeala Rootsis Skövde linna lähedal. 328

Pilt 9.21. Kaitseväetehnika õppeala Rootsis Skövde linna lähedal. 328

Pilt 9.22. Kaart – lahingumoona hävitamise väljakutsed 2013.–2015. aastal.... 330

Pilt 10.1. Astangu kõrguse määramine. 340

Pilt 10.2. Korrastamata nõlv Järvamaa karjääris. 344

Pilt 10.3. Süvendamist vajav nõgu Lääne-Virumaal. 345

Pilt 10.4. Madalaveeline veekogu Järvamaal. 346

Pilt 10.5. Eemaldamata puistangud Lääne-Virumaal. 347

Pilt 10.6. Koristamata jäätmed. 348

Pilt 10.7. Bioloogilise korrastamise tegematajätmine. Harjumaal paiknenud karjääri edelanõlv ja tasandatud põhi..... 349

Pilt 10.8. Bioloogilise korrastamise tegematajätmine. Harjumaal paiknenud karjääri kirdenõlv. 349

Pilt 11.1. Hüljatud Kaopalu kruusakarjääri heidetud rehvid. 355

Pilt 11.2. Korrastatud karjääri heidetud olmejäätmed Tiitsu II liivakarjääris. 356

Pilt 11.3. Tallinna elektrijaam Väo lubjakivimaardlas, kus madalaim punkt hoone sees jääb absoluutkõrgusele 26,5 m, karjääri veekõrvalduse lõppedes taastub karjääris looduslik veetase kõrguseni 28,0...31,0 m abs. 359

Pilt 12.1. Maapinna kujutamise näidis tehnogeensel ja korrastatud maastikul. 373

TABELITE LOEND

Tabel 1-1. Geoloogiline ajaskaala Eestis (Rahvusvaheline Stratigraafia Komisjon, 2016). 15

Tabel 1-2. Liiva fraktsioonid, numbrid protsentides. 32

Tabel 1-3. Näited setete ja kivimite poorsusest ning veeannist (Morris & Johnson, 1967). 38

Tabel 1-4. Veekomplekse ja veepidemeid moodustavate kivimite ja setete kivimiline koostis ja filtratsioonikoefitsiendid (Perens & Vallner, 1997). 39

Tabel 1-5. Kruusa ja liiva kaevandamismaht aastatel 2012–2016. 48

Tabel 1-6. Savi kaevandamismaht aastatel 2012–2016. 50

Tabel 1-7. Lubja- ja dolokivi kaevandamismaht aastatel 2012–2016. 54

Tabel 5-1. Peamised korrastamisel kasutatavad masinad ja nende töötsoonid. 131

Tabel 5-2. Nõlvade tüübid, nurgad ja nõlvused (= kalded) eri kivimites ja setetes. 133

Tabel 5-3. Soovituslikud nõlvade ja kaldaalade parameetrid. 138

Tabel 5-4. Settetiikide korrastamise tegevused. 143

Tabel 5-5. Piirded ja nende eluiga. 145

Tabel 5-6. Üldiste korrastamisnõuete koondtabel. 151

Tabel 5-7. Taimestamise strateegiad maakasutuse järgi. 155

Tabel 5-8. Karjääride uuendamisviis ja uuendusmaterjali kulu. 183

Tabel 5-9. Kaitsealuste liikide sigimis-ja talvitumisperioodid ning ohutegurid karjäärides. 206