

Lõpparuanne „Rail Balticu ehitamiseks vajalike ehitusmaavarade varustuskindluse uuring“



Kaasrahastatud Euroopa Liidu poolt
Euroopa Ühendamise Rahastu

 **Teede
Tehnokeskus**

Tallinn 2017

„Rail Balticu ehitamiseks vajalike
ehitusmaavarade varustuskindluse
uuring“
LÕPPARUANNE

Projektis osalesid:

Jan Johanson - projektijuht

Marek Truu - abiprojektijuht

Aleksandr Podgornov - vastutav täitja

Margus Sööt - juhtiv ekspert geoloogiliste uuringute alal

Hannes Freiberg - ekspert raudtee ehituse alal

Maret Jentson - GIS spetsialist

EESSÕNA

Käesolev töö on uuringu „Rail Balticu ehitamiseks vajalike ehitusmaavarade varustuskindluse uuring“ aruanne. Uuringu tellija on Tehnilise Järelevalve Amet.

Rail Balticu raudtee ning sellega seotud taristu ning objektide rajamiseks on vaja väga suur kogus erinevaid ehitusmaterjale, millest suurima osa moodustavad täitematerjalid. Kuna täitematerjalide kogused on väga suured, on oluline kindlaks teha, kas hüppeliselt suureneva täitematerjalide nõudluse korral nende tootmiseks sobivaid maavaravarasid piisab ning kaaluda alternatiivseid lahedusi.

Suurem osa raudtee ehitamiseks vajaminevatest maavaradest on kättesaadav Eestist. Nendeks on lubja- ja dolokivi, liiv ja kruus. Ka on olemas eeldused tardkivimilise aluskorra ehituskivi kasutuselevõtuks raudteeballastikillustiku tootmiseks ning täiendavalt on olemas võimalus kasutada osaliselt alternatiivseid ehitusmaterjale põlevkivitööstuse kõrvalproduktidest.

Varustuskindluse hindamisel on lähtutud Rail Balticu eelistatud trassialternatiivi teeninduspiirkonnas (arvestades veokaugust mööda teed) olemasolevatest ehitusmaavaradest. Andmed maavarade varude ja omaduste kohta on saadud Maa-ametilt, mida on täiendatud tootjatelt saadud tootedokumentide alusel. Käesolevas töös on hinnatud Rail Balticu rajamiseks vajalike täitematerjalide mahte ning sellest tulenevalt nende tootmiseks sobilike maavarade vajadust. Võrdluse saamiseks on hinnatud Rail Balticu piirkonda jäävate ja täitematerjalide tootmiseks sobivate maavarade ressursi (olemasolevate maardlate jääkvaru seisuga november 2016). Madala varustuskindlusega piirkondades on antud soovitusel mäeeraldiste ja maardlate kasutuselevõtuks. Eraldi on käsitletud materjali kvaliteedinõuetega seonduvaid aspekte, mis nõuavad kiiret tähelepanu.

Uuringu koostamisel on osalenud Rail Balticu projekteerimismeeskond, erinevad konsultandid ja eksperdid ning intervjuueeritud ja vajalikke lähteandmeid on küsitud erinevatelt riigiametilt ja –asutustelt ning suurematelt teedehituse- ja taristuettevõtelt. Samuti intervjuueriti kõiki teeninduspiirkonda jäävaid kaevandajaid. Tulenevalt kogutud informatsiooni tundlikkusest ja osalisest konfidentsiaalsusest (näiteks toote omadused) ei saa uurimistöö koostamiseks vajalike lähteandmete esitajaid eraldi esile tuua.

Uurimistöö koostajad tänavad kõiki osapooli, kes oma panusega aitavad uurimistöö koostamisele kaasa ning esitavad vajalikke andmeid ja jagavad väärtuslikku informatsiooni.

SISUKORD

EESSÕNA	5
SISUKORD	7
KASUTATUD LÜHENDID JA MÕISTED	13
Lühendid	13
Mõisted	14
KOKKUVÕTE	19
Aluskorra kivimite varud.....	19
Karbonaatkivimite varud	19
Liiva ja kruusa varud	20
Riskid ja tegevuskava	21
Alternatiivid	22
SISSEJUHATUS	23
1. MATERJALI VAJADUS	25
1.1. Täitematerjalide kogused	26
1.2. Raudtee täitematerjalide kvaliteedinõuded	26
1.2.1. Ballast	27
1.2.2. Muldkeha kaitsekiht KG1	28
1.2.3. Raudtee muldkeha	29
1.2.4. Raudtee teenindustee	30
1.3. Tee täitematerjalide kvaliteedinõuded	30
1.3.1. Killustikalus.....	30
1.3.2. Tee muldkeha.....	31
2. MATERJAL KARJÄÄRIDES.....	32
2.1. Geoloogilised uuringud	32
2.1.1. Aluskorra ehituskivi	32
2.1.2. Karbonaatkivimid	33
2.1.3. Liiv ja kruus.....	33
2.2. Täitematerjalide tooted.....	34

3. METOODIKA.....	36
3.1. Lähteandmed	36
3.2. Materjali omadused.....	37
3.2.1. Aluskorra ehituskivi	38
3.2.2. Ehitusotstarbeline karbonaatkivim	39
3.2.3. Liiv ja kruus.....	41
3.3. Materjali maht.....	42
3.3.1. Keskmise kaevandatud maht.....	46
3.4. Maavara kasutusala	47
3.5. Teeninduspiirkond.....	47
3.6. Maavara defitsiit	48
3.7. Geoloogiliste uuringute täpsus	48
3.8. Muud suuremad ehitusobjektid	49
3.9. Tegevuskava.....	51
3.9.1. Taotletavad mäeeraldised	52
3.9.2. Mahajäetud karjäärid	52
3.9.3. Perspektiivsete maardlate maavara	53
3.9.4. Ajakava.....	53
4. RAUDTEE Ehituseks vajalike materjali omadustele sobiv maavara	56
4.1. Ballast	56
4.2. Muldkeha kaitsekiht KG1	58
4.3. Muldkeha	61
5. Ehitusmaavarade varustuskindlus perioodil 2017 – 2027	66
5.1. Aluskorra ehituskivi.....	66
5.2. Ehitusotstarbeline karbonaatkivim	67
5.2.1. Kogu teeninduspiirkond.....	69
5.2.2. Teeninduspiirkonna Pärnu maakonna osa.....	72
5.2.3. Teeninduspiirkonna Rapla maakonna osa	75
5.2.4. Teeninduspiirkonna Harju maakonna osa	78

5.3. Liiv ja kruus.....	80
5.3.1. Kogu teeninduspiirkond.....	81
5.3.2. Teeninduspiirkonna Pärnu maakonna osa.....	84
5.3.3. Teeninduspiirkonna Rapla maakonna osa	90
5.3.4. Teeninduspiirkonna Harju maakonna osa	93
5.4. Varustuskindlus pärast 2027.....	97
6. TEGEVUSKAVA VARUSTUSKINDLUSE TÕSTMISEKS	98
6.1. Pärnumaa.....	98
6.1.1. Ehitusotstarbeline karbonaatkivim	98
6.1.2. Liiv ja kruus.....	99
6.2. Raplamaa	105
6.2.1. Ehitusotstarbeline karbonaatkivim	105
6.2.2. Liiv ja kruus.....	106
6.3. Harjumaa	112
6.3.1. Ehitusotstarbeline karbonaatkivim	112
6.3.2. Liiv ja kruus.....	116
6.4. Kaugemal asuvad piirkonnad	117
6.5. Tegevuskava riskihinnang	118
6.5.1. Olemasolevate maardlate väheesus	118
6.5.2. Ettevalmistustöödele kulub arvatust rohkem aega.....	120
6.5.3. Kaitsealuse objekti leidmine kaevandamistegevuse ettevalmistamisel.....	122
6.5.4. Väheene info uuringualade kohta.....	123
6.5.5. Vastuseis kaevandamisele	123
6.5.6. Maavara omaduste põhjal tehtavate järelduste ebatäpsus	124
6.5.7. Keskmiste kaevandatud mahtude ebatäpsus	125
6.5.8. Materjali kättesaadavus.....	126
7. ALTERNATIIVSETE MATERJALIDE KASUTAMINE.....	128
7.1. Põlevkivi aherainest toodetud killustik	128
7.1.1. Omadused ja sobivus.....	128
7.1.2. Kogused.....	131
7.1.3. Mõju varustuskindlusele.....	133

7.1.4. Logistika	137
7.1.5. Maksumuse võrdlev analüüs.....	141
7.1.6. Kokkuvõte	145
7.2. Põlevkivituhk	146
7.2.1. Omadused ja sobivus.....	146
7.2.2. Logistika	148
7.2.3. Maksumuse võrdlev analüüs.....	148
7.2.4. Kokkuvõte	149
7.3. Šlakikillustik ja šlakiliiv	149
7.3.1. Omadused ja sobivus.....	149
7.3.2. Logistika	151
7.3.3. Maksumuse võrdlev analüüs.....	151
7.3.4. Kokkuvõte	152
8. MATERJALIDE HIND	153
9. UURINGUS ESINENUD PROBLEEMID	155
9.1. Täitematerjalide standardite vähene kasutamine eelprojekti	155
9.2. Täitematerjalidele esitatud omaduste ebamäärasus	155
9.3. Raudteeballasti kulumiskindluse EN 1097-1 mikro-Devali määramisel Eestis kogemuse puudumine	157
9.4. Raudteeballasti nõutud omaduste vähesus	157
9.5. Toimivusdeklaratsioonid.....	158
10. ETTEPANEKUD	159
10.1. Projekteerimine	159
10.1.1. Täitematerjalide standardite vähene kasutamine	159
10.1.2. Täitematerjalidele esitatud omaduste ebamäärasus	159
10.1.3. Raudteeballasti nõutud omaduste vähesus.....	159
10.2. Laborikatsete ja uuringute plaanimine	160
10.2.1. Katsed	160
10.2.2. Katsete akrediteerimine	160
10.2.3. Uuringud	160
10.3. Seaduste ja juhendite muutmine	161

10.4. Materjali kasutus	162
10.5. Ehitus	162
KASUTATUD KIRJANDUS.....	164
LISAD.....	167
LISA 1. Lähteülesanne	
LISA 2. Tegevuskava	
LISA 3. Rail Balticu trassi tüüpkonstruksiooni läbilõige	
LISA 4. Kontakt karjääridega	
LISA 5. Karjääride veokaugused raudteetrassist	
LISA 6. Veokaugused trassist (kaardid)	
LISA 7. Materjali kulu rekonstrueerimisel ja ehitusel	
LISA 8. Teeninduspiirkonnas arvestatud ehitusotstarbelise karbonaatkivimi mäeeraldised	
LISA 9. Teeninduspiirkonnas 50 km veokaugusel arvestatud ehitusotstarbelise karbonaatkivimi mäeeraldised	
LISA 10. Teeninduspiirkonnas arvestatud $\leq 15\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa mäeeraldised	
LISA 11. Teeninduspiirkonnas arvestatud $\leq 8\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa mäeeraldised	
LISA 12. Teeninduspiirkonnas arvestatud $\leq 3\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa mäeeraldised	
LISA 13. Teeninduspiirkonnas 50 km veokaugusega arvestatud $\leq 15\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa mäeeraldised	
LISA 14. Teeninduspiirkonnas 50 km veokaugusega arvestatud $\leq 8\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa mäeeraldised	
LISA 15. Teeninduspiirkonnas 50 km veokaugusega arvestatud $\leq 3\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa mäeeraldised	
LISA 16. Läti kasutuses olevad maardlad	
LISA 17. Harjumaa potentsiaalse ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varu	

LISA 18. Raplamaa potentsiaalse liiva ja kruusa varu

LISA 19. Pärnumaa potentsiaalse liiva ja kruusa varu

LISA 20. Rail Balticu trassi tüüpkonstruktsiooni läbilõige aherainekillustiku kasutamisel

LISA 21. Materjalide maksumuse kalkulatsioon

KASUTATUD LÜHENDID JA MÕISTED

Lühendid

AKÖL – aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus

CPR - Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus 305/2011

d - täitematerjali alumise sõela avamõõde

D - täitematerjali ülemise sõela avamõõde

f_n - peenosise sisalduse kategooria

F_n - külmakindluse kategooria

F_{NaCl4} - külmakindlus soolalahuses kategooria

KG1 - raudtee muldkeha kaitsekiht, mille eesmärk on tagada ballasti kandevõime, jaotada ballastilt koormus muldele ning takistada vee sattumist muldesse

KMH - keskkonnamõju hinnang

KSH - keskkonnamõju strateegiline hinnang

k - filtratsioonimoodul

LA - Los Angeles'e tegur

LA_{RB} - Los Angeles'e tegur raudteeballastile

M_{DE} - Mikro-Deval'i tegur

M_{DERB} - Mikro-Deval'i tegur raudteeballastile

MKM - Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium

Määrus nr 44 - keskkonnaministri 26.05.2005 määrus nr 44 "Üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord"

Määrus nr 74 - majandus- ja taristuministri 22.09.2014 määrus nr 74 „Tee-ehitusmaterjalide ja -toodete esitatavad nõuded ja nende nõuetele vastavuse tõendamise kord“

Määruse nr 74 lisa - määruse nr 74 lisa „Tee-ehitusmaterjalide põhiomadused ja nende määramise meetodika“

RB - raudteeballast

TEN-T - Euroopat ühendav transpordivõrk

TJA - Tehnilise Järelevalve Amet

Mõisted

Aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus - aasta jooksul vaadeldavat tee ristlõiget läbinud sõidukite arv jagatuna päevade arvuga aastas

Alus - katendi ühe-või mitmekihiline osa, mis asub katte ja muldkeha vahel (v.a drenikiht)

Aluskord - tard- ja moondekivimeist koosnev, aluspõhja tugevasti kurrutunud, pealiskorra all lamav osa

Dreenikiht - aluse all asetsev filtreerivast materjalist või filtreerivast pinnasest kiht, mis juhib vee katendist välja ja takistab vee kapillaartõusu

Eeldatav liiklussagedus - arvestusaastale prognoositud aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus

Filtratsioon - ehk veejuhtivus, materjali omadus lasta vett läbi sisemiste pooride või lõhede

Filtratsioonimoodul (k) - Darcy seaduse kohaselt laminaarse voolamise puhul on veega küllastunud pinnase filtratsioonimoodul k , vee äravoolu kiiruse (filtratsioonikiiruse) v ja hüdraulilise gradiendi i suhe ($m/ööp$ või m/s). Eristatakse mitmeid katsemeetodeid: Eesti standard EVS 901-20, rahvusvaheline standard ISO/TS 17892-11, GOST 25584-90 (lisa 5), sojuzdornii

Harmoneeritud standard - Euroopa Komisjoni mandaadi alusel Euroopa standardiorganisatsiooni poolt koostatud ja vastu võetud standard

Kategooria - täitematerjali omaduste iseloomulik tase, mida väljendatakse väärtuste vahemiku või piirväärtusena

Katend - mitmekihiline konstruktsioon, mis võtab vastu transpordivahendite koormuse ja jaotab selle muldkeha pinnasele ning koosneb kattest, alusest ja vajadusel drenkihist (põhikihid) ning lisakihtidest

Katendikiht - katendi struktuuriline element, mis on valmistatud ühest materjalist (segust)ning mida võib paigaldada ühe või mitme kihina

Killustik - purustatud ja sõelutud jämetäitematerjal või fraktsioneerimata täitematerjal, mille teramõõdud jäävad valdavalt etteantud fraktsiooni piiridesse

Killustiku purunemiskindluse kategooria - standardi EN 1097-2 jaotise 5 järgi määratletud Los Angeles'e tegur, mis on deklareeritud vastavalt standardis määratletud sobivale kategooriale LA

Killustiku kulumiskindluse kategooria - standardi EN 1097-1 kohaselt määratud kulumiskindlus Mikro-Deval'i tegur, mis on deklareeritud vastavalt standardis määratletud sobivale kategooriale M_{DE}

Killustiku külmakindluse kategooria - standardi EN 1367-1 või EN 1367-2 kohaselt määratud omadus, mis on deklareeritud vastavalt standardis määratletud sobivale kategooriale F

Külmakindlus - materjali omadus veega immutatult taluda paljukordset vahelduvat külmumist ja ülessulamist

Külmakindlusmark - standardi GOST 30629-99 järgi määratud omadus, mis on deklareeritud külmakindluse kategooriana

Kogujatee - maanteega põhiliselt samasuunaliselt kulgev tee, mille eesmärgiks on maanteel oluliselt vähendada ristmike ja pealesõitude arvu, kuid samal ajal tagada vajalik juurdepääs maanteega külgnevale alale

Maantee klass - liiklussageduse alusel määratav maantee tehnilist taset iseloomustav tunnus

Maardla - üldgeoloogilise uurimistöö või geoloogilise uuringuga piiritletud ja uuritud ning keskkonnaregistris arvele võetud maavara lasund või selle osa koos vahekihtidega

Maavara - looduslik kivim, setend, vedelik või gaas, mille omadused vastavad maapõueseaduses nimetatud või selle alusel kehtestatud nõuetele või uuringu tellija esitatud nõuetele ja mille lasund või selle osa on maardlana keskkonnaregistrisse kantud

Maavara defitsiit - olukord, kui ehitusmaavara jätkub vähem kui 10 aastaks

Maavara geoloogiline uuring - on maavara kaevandamise ja kasutusele võtmise eesmärgil tehtav geoloogiline töö

Maavara kaevandamine - maavara looduslikust seisundist eemaldamise ettevalmistamiseks tehtav töö, maavara looduslikust seisundist eemaldamine ning mäeeraldise ja mäeeraldise teenindusmaa piires kaevise vedu ja esmane töötlemine

Maavara katend - on maavara katvad kivimid ja setendid, mille eemaldamine on vajalik pealmaakaevandamisel

Muldkeha - tee ehituseks vajalik pinnase konstruktsioon koos selle juurde kuuluvate veeviimaritega

Mulle - iseloomustab tee paiknemist, mille korral tee on loodusliku maapinna tasemest kõrgemal

Mäeeraldis - kaevandamisloaga kaevandamiseks määratud maapõue osa

Optimaalne teeninduspiirkond - 50 km raudteetrassist arvestades veokaugust

Peenosise sisaldus - täitematerjalidel 0,063 mm sõela läbind massiprotsentides

Peenosise sisalduse kategooria - täitematerjalidel standardi EN 933-1 kohaselt määratud omadus, mis on deklareeritud vastavalt standardis määratletud sobivale kategooriale f

Potentsiaalne varustuskindlus - teeninduspiirkonnas eeldatavalt sobiliku maavara ja potentsiaalsete kaevandamiskohtade ammendumiseni kuluv aeg

Raudteeballast - standardi EN 13450 kohane täitematerjal, mille puhul 100% osakeste pinnast saab kirjeldada kui täielikult purustatuna ja mida saab kasutada raudtee-ehituses

Raudteeballasti killunemiskindluse kategooria - standardi EN 1097-2 jaotise 5 ja normatiivlisa C järgi määratletud Los Angeles'e tegur, mis on deklareeritud vastavalt standardis EN 13450 määratletud sobivale kategooriale LA_{RB}

Raudteeballasti kulumiskindluse kategooria - standardi EN 1097-1 normatiivlisa E järgi määratletud Mikro-Deval'i tegur, mis on deklareeritud vastavalt standardis EN 13450 määratletud sobivale kategooriale M_{DERB}

Savi- ja tolmusisaldus - liival ja kruusal 0,05 mm sõela läbind massiprotsentides

Sidumata segu - teraline materjal, tavaliselt kontrollitud terakoostisega, mille väikseim teramõõde $d=0$ ja mida kasutatakse tavaliselt aluste ülemistes ja alumistes kihtides

Standard - konsensuse alusel koostatud ja tunnustatud organi poolt kinnitatud normdokument, milles tuuakse reeglid, juhtnöörid ja karakteristikud üldiseks ja korduvaks kasutamiseks tegevuste või nende tulemuste jaoks, ja mis on suunatud korrastatuse optimaalse taseme saavutamisele antud tingimustes

Survetugevusmark - standardi GOST 8269.0-97 järgi määratud omadus, mis on deklareeritud survetugevuse kategooriana

Teeninduspiirkond - 50 km raudteetrassist linnulennult

Teeninduspiirkond 50 km veokaugusega - 50 km raudteetrassist arvestades veokaugust mööda olemasolevaid teid

Terastikuline koostis - täitematerjali osakeste jaotumine terasuuruse järgi, väljendatuna teatud arvu sõelte läbindite massiprotsentidena

Toimivusdeklaratsioon - dokument, mis väljendab ehitustoodete toimivust seoses nende toodete põhiomadustega vastavalt asjakohastele ühtlustatud tehnilistele kirjeldustele (standarditele)

Täitematerjal - teraline materjal, mida kasutatakse ehituses. Täitematerjal võib olla looduslik, tehniklik või taaskasutatav

Täitematerjali terasuurus - täitematerjali määratlus alumise sõela (d) ja ülemise sõela (D) avamõõtmete alusel (d/D). Jaguneb standardite alusel peentäitematerjaliks, jämetäitematerjaliks ja fraktsioneerimata täitematerjaliks

Uuringuruum - üldgeoloogilise uurimistöö loaga või geoloogilise uuringu loaga geoloogilisteks töödeks määratud maapõue osa

Varustuskindlus - teeninduspiirkonnas eeldatavalt sobiliku maavara ammendumiseni kuluv aeg

Vastavusdeklaratsioon - kirjalik kinnitus, et toode vastab õigusaktidega esitatud nõuetele ja selle suhtes on järgitud õigusaktis sätestatud toote nõuetele vastavuse tõendamise korda

Veokaugus - kaugus karjääri ja raudteetrassi vahel mööda teed linnulennult leitud punktist

Üldgeoloogiline uurimistöö - maapõue geoloogilise ehituse või maavara leviku selgitamise eesmärgil tehtav teadusuuring või geoloogiline töö

KOKKUVÕTE

Käesoleva uuringu peamine eesmärk on hinnata, millistest maavaradest saab toota Rail Balticu ehituseks vajaminevaid täitematerjale ja saada teada, kas selliseid maavarasid on Eestis piisavalt. Rail Balticut on plaanitud ehitada ajavahemikus 2020 - 2026, kuid suurim vajadus ehitusmaavarade järele langeb ehitusperioodi algusesse, aastatele 2020 - 2024.

Eesti maavaradest hinnati Rail Balticu ehitamiseks varustatust aluskorra ehituskiviga, ehitusotstarbelise karbonaatkivimiga ja liiva ning kruusaga. Aluskorra ehituskivi varudest vaadeldi Maardu maardla varusid. Ehitusotstarbelisel karbonaatkivimil hinnati eraldi varusid, millest on võimalik toota purunemiskindlamat killustikku¹ ja madalama purunemiskindlusega killustikku². Liiva ja kruusa varusid eristati savi- ja tolmusisalduse alusel. Lisaks vaadeldi alternatiivseid täitematerjale: põlevkivi aherainest toodetud killustikku ja põlevkivituhka ning Rootsi metallitööstuses tekkivat šlakikillustikku ja šlakiliiva.

Aluskorra kivimite varud

Raudteeballasti ehitamiseks sobilikku killustikku saab toota **aluskorra ehituskivist**. Hetkel Eestis sellist kivi ei kaevandata, mistõttu ei saa Maardu maardla ehituskivist toodetud materjali (valmistoote) sobivust hinnata. Maardu maardla varu on koguseliselt piisav Rail Balticu ballastikillustiku tootmiseks, kuid Rail Balticu ehituse ajalisest graafikust lähtuvalt on potentsiaalse Maardu aluskorra ehituskivi kasutamine väga ebatõenäoline. See tuleb importida.

Karbonaatkivimite varud

¹ purunemiskindlus Los Angelese katsel LA₃₀

² purunemiskindlus Los Angelese katsel LA₃₅

Rail Balticu teeninduspiirkonna³ **ehitusotstarbelise karbonaatkivimi** varud madalama kvaliteediga (LA₃₅) killustiku tootmiseks on uuringu tegemise hetkel rahuldaval tasemel, kuid kvaliteetsema killustiku (LA₃₀) tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on kriitilise piiri lähedal. Vaadeldes teeninduspiirkonda maakonniti, on pilt oluliselt erinev.

Pärnu ja Raplamaa ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varud on nii madalama 3kui kõrgema kvaliteediga killustiku tootmiseks rahuldaval tasemel. **Harjumaal on madalama kvaliteediga ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varu** uuringu tegemise hetkel rahuldaval tasemel, kuid **kõrgema kvaliteediga ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varu on kriitiliselt vähe (4 - 5 aastaks)**. Harju maakonnas kõrgema kvaliteediga ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindluse tõstmiseks rahuldavale tasemele tuleb laiendada olemasolevaid karjääre ja avada uus arvestatava mahuga (5 miljonit m³) karjäär. Laiendamiseks perspektiivsed karjäärid on Vao ja Harku maardlates ning uue karjääri avamiseks on perspektiivne Jägala maardla.

Liiva ja kruusa varud

Teeninduspiirkonna **liiva ja kruusa** varud on uuringu tegemise hetkel rahuldavad, kuid uute varude lisandumiseta muutuvad paari aasta jooksul kriitiliseks. Ka siin on pilt maakonniti erinev.

Pärnumaal on liiva ja kruusa varud nii madala kui kõrge savi- ja tolmusisalduse arvestuses kriitilised. Suurema tolmusisaldusega, kuid siiski sobiliku liiva ning kruusa varustuskindlust on Pärnu maakonnas võimalik tõsta rahuldavale tasemele. Madala savi- ja tolmusisalduse arvestusega liiva ning kruusa varusid on vähe vaatamata potentsiaalsetele varudele. Varustuskindluse tõstmiseks saab ilma oluliste täiendavate kulutusteta laiendada kaevandamist Kamali maardlas (Kamali II liivakarjäär ja Kamali III liivakarjäär), avada karjäär

³ 50 km raudteetrassist linnulennult

Võiste maardlas (Kingu liivakarjäär ja Võiste liivakarjäär) ja avada Tõitoja liivakarjäär.

Rapla maakonnas on liiva ja kruusa varud kriitilised nii madala kui kõrge savi- ja tolmusisalduse arvestuses optimaalse veokauguse tõttu. Seda ei paranda oluliselt ka potentsiaalsete kaevandamiskohtade lisandumine. See viitab, et Raplamaal tuleb liiva ja kruusa omadusi sõelumisega parandada või kasutada Harjumaa varusid. Materjali sõelumine aga tõstab toote hinda, olenevalt meetodist⁴ kuni 1,2 eurot tonni kohta. Varustuskindluse tõstmiseks saab ilma oluliste täiendavate kulutusteta laiendada kaevandamist Reinu maardlas Reinu III lubjakivikarjääris ja Orava maardlas. Kuna soodsate kohtade arv Raplamaal on piiratud, tuleb lisaks vaadata selliseid kaevandamiskohti, kus saab hakata kaevandama täiendava ressursikuluga. Sellistest kohtadest on eelistatud Ahekõnnu III ja Mustu uuringuruumid.

Arvestades **Harjumaa liiva ja kruusa varusid**, on varustuskindlus Harjumaal uuringu tegemise hetkel rahuldav, kuid uute varude lisandumiseta langeb vahemikus 2020 - 2025 **kriitilise piiri lähedale**.

Riskid ja tegevuskava

Viis suurimat riski olulisuse järjekorras on: olemasolevate maardlate vähesus, vähene info uuringualade kohta, maavara omaduste põhjal tehtavate järelduste ebatäpsus, vastuseis kaevandamisele ja ettevalmistustöödele kuluva aja määramatus. Riske saab maandada eelkõige optimaalse planeerimise, olulise info teavitamise ja konstruktiivse koostöö läbi.

Varustuskindluse tõstmise viis olulisemat tegevust ajalises järjestuses on: leida koostöös madala varustuskindlusega piirkondade kohaliku omavalitsustega võimalus olemasolevate aktiivset tarbevaru sisaldavate maardlate kasutuselevõtuks, projekteerida Rail Balticu täitematerjalidele täpsemad nõuded,

⁴ kõige efektiivsem meetod on märgsõelumine

tõendada katseliselt raudtee muldkeha kaitsekihi materjali sobivus Eesti maavarast, töötada välja raudteel toimuvatel teehoiutöödel kasutatavate ehitusmaterjalide ja -toodete põhiomadused ning nende tõendamise (katsetamise) kord ja teha täiendavad uuringud liiva ja kruusa leidmiseks Rapla ja Pärnumaal.

Alternatiivid

Alternatiivsetest materjalidest on **aherainekillustiku** kasutamine perspektiivne (eelkõige transpordi tõttu) Harjumaal, mis asendaks ehitusmaavaradest toodetava täitematerjali ja tõstaks muldes kasutatavate ehitusmaavarade varustuskindlust. **Põlevkivituha** kasutamise potentsiaal Rail Balticu ehitusel on raudteetrassi alla jääva pehme pinnase mass-stabiliseerimisel niisketes ja veega kokkupuutuvates muldekihtides. **Šlakikillustiku ja -liiva** kasutamise potentsiaal on madala aastatoodangu tõttu eelkõige veega kokkupuutuvates raudteemulde konstruktsioonides kasutamiseks.

SISSEJUHATUS

Rail Baltic on rahvusvaheline raudteeühendus, mis ühendab Eesti Kesk- ja Lääne-Euroopa ning naaberriikidega. Eestis kulgeb raudtee Iklast läbi Pärnumaa ja Raplamaa kuni Tallinnani Harjumaal. Rail Balticu raudtee ning sellega seotud taristu ning objektide rajamiseks kulub suur kogus ehitusmaterjale. Alates ehitusmaavarade kasutamise riikliku arengukava 2011-2020 rakendamisest on tuntud suuremat huvi, kui palju ja millise kvaliteediga maavara on kaevandamiseks antud ja kui kauaks sellest jätkub. Selline protsess on planeerimisel igati mõistlik.

Eelnevalt on varustuskindlust hinnatud kaevandamislubade andmise üle otsustamisel üksikute objektide kaupa (avatakse üks karjäär) või objektide kogumina (avatakse mitu karjääri). Viimastel aastatel on populaarsust kogunud uuringud maavara olemasolu kohta konkreetse ehitusobjekti tarbeks. Näiteks on Maanteeameti objektidele tehtud ehitusmaavarade varustuskindluse uuringuid kahes etapis. I etapis anti 2014 detsembris ülevaade ehitusmaavarade kaevandamiseks avatud karjääridest, nende mahtudest ja kaevandatavate materjalide kvaliteediandmetest. I etapis oli teada Rail Balticu ehitamiseks vajalike maavaramahtude esialgsed andmed vastavalt KSH vahearuarande 20.10.2014 versioonile. Uuringu II etapis selgitati ehitusmaterjalide vajadus ja prognoositi materjali kättesaadavust perioodiks 2016 – 2025 riigimaanteede (regiooniti), raudteede ning muude teede lõikes. Selles töös anti muuhulgas hinnang 2015 aasta oktoobri seisuga Rail Balticu ehituseks vajamineva kohalike ehitusmaavarade vajadusele. Käesoleva töö koostamise hetkeks on andmed täpsustunud eelprojekti tasemele ning on tekkinud vajadus täpsustada Eesti maavarade potentsiaali Rail Balticu ehitusel.

Käesolevas uuringus käsitletakse eelnevate uuringute ja eelprojekti põhjal täitematerjalide nõudeid Rail Balticu erinevates konstruktsiooni kihtides, tuuakse välja materjali kvaliteedinõuetega seonduvad kitsaskohad ja antakse soovitusi nende lahendamiseks. Täitematerjalide vajadus määratletakse maakondade lõikes ja kvalitatiivsete nõuete jaotuses. Pärast seda kaardistatakse raudteetrassist mõistlikul kaugusel (50 km) asuvad ehitusmaterjalide tootmiseks eeldatavalt sobilikud karjäärid. Uurimisobjektideks on aluskorra ehituskivi, ehitusotstarbeline karbonaatkivim ja liiv ning kruus. Kõigepealt antakse varustuskindlus kogu Rail Balticu teenindusala kohta ning seejärel maakondade

kaupa alustades lõuna poolt. Saadud maavara koguste alusel hinnatakse, kauaks maavara jagub ja milliseid maavarasid on vaja uurida. Seejärel lisatakse hinnangusse kõik potentsiaalsed kaevandamiskohad ja hinnatakse maavara võimalikku jagumist. Piirkondade kohta, kus esineb maavara defitsiit, koostatakse tegevuskava sobiliku maavaraga varustatuse suurendamiseks. Tuuakse välja suurimad riskid ning meetmed nende maandamiseks. Lisaks uuritakse alternatiivsete materjalide kasutusvõimalusi Rail Balticu ehitamisel ja selle mõju. Kaalutakse võimalusi kasutada Eesti põlevkivitööstuses tekkivaid kõrvalprodukte: aherainet ning põlevkivituhka. Soovitatav tööde tegevuskava tööd juhtiva asutuste vastutusega, tähtaegadega, võimaliku riskiga ja meetmetega selle maandamiseks on toodud lisas 2. Eraldi tegevuskava varustuskindluse tõstmiseks on antud peatükis 6.

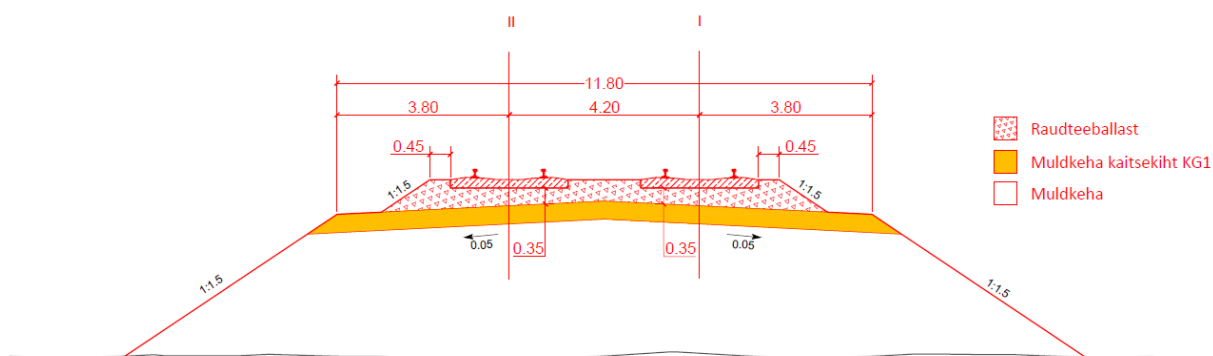
Käesolev uuring on valminud analüüsides olemasolevaid andmeid, täiendavaid välitöid ega laborikatseid ei tehtud.

1. MATERJALI VAJADUS

Käesolevas peatükis tuuakse välja eelprojektist antud uuringu jaoks olulised lähteandmed töötlemata kujul.

Eelprojekti järgi peavad ehitamiseks kasutatavad täitematerjalid⁵ olema sertifitseeritud. Sertifitseerimine ehk nõuetele vastavuse tõendamine avalikult kasutataval teel toimuvatel teehoiutöödel kasutatavate tee-ehitusmaterjalide ja -toodete täitematerjalidele toimub hindamissüsteemi 2+⁶ kohaselt. Erandiks on muldkeha täitematerjalide nõuetele vastavuse tõendamine, mis toimub hindamissüsteemi 4 kohaselt, kuid võib kasutada ka süsteemi 2+. [1]

Joonis 1. Rail Balticu trassi tüüpkonstruktsiooni läbilõige



Suurem joonis Rail Balticu trassi tüüpkonstruktsiooni läbilõikest on toodud lisas 3.

Rail Balticu ehitamiseks läheb täitematerjale olulistes kogustes vaja raudtee ja raudtee hooldustee ehitamiseks ning raudteega ristuvate teede ümberehituseks. Raudteele tuleb täitematerjalidest ehitada muldkeha, muldkeha kaitsekiht ja ballast. Raudtee hooldusteele ja raudteega ristuvate teede ehituseks kulub

⁵ teraline materjal, mida kasutatakse ehituses. Täitematerjal võib olla looduslik, tehisk või taaskasutatav

⁶ ülevaade tõendamissüsteemidest

<http://www.teed.ee/et/teenused/sertifitseerimine/sertifitseerimine/>

täitematerjale muldkeha ja killustikukatte ehitamiseks. Raudteega ristuvate teede katete (asfalt) ehitamiseks kulub kogu projekti arvestades marginaalne kogus materjale.

Järgnevalt antakse ülevaade Rail Balticu ehitamiseks uuringu tegemise hetkeks teadaolevate täitematerjalide kogustest ja kvaliteedinõuetest konstruktsioonide kaupa.

1.1. Täitematerjalide kogused

Materjali koguste määramisel on kasutatud Tehnilise Järelevalve Ametilt ja Rail Balticu eelprojekti projekteerijalt saadud andmeid. Täitematerjalidest läheb vaja:

1. Tardkivikillustikku raudteeballasti kihi ehitamiseks.
2. Killustikku raudtee muldkeha kaitsekihi (KG1) ehitamiseks.
3. Lubja- ja dolokivikillustikku raudteega ristuvate teede ümberehitusel killustikualuste ehitamiseks ja raudtee hooldustee ehitamiseks.
4. Liiva ja kruusa raudtee ning raudteega ristuvate teede mullete ehitamiseks.

Kokkuvõtvalt on vajalikud kogused tihendatud materjalile täitematerjalide tüüpide kaupa maakondade lõikes ära toodud tabelis 1.

1.2. Raudtee täitematerjalide kvaliteedinõuded

Raudtee ehitamiseks kasutatavatele täitematerjalidele Eestis eraldi nõudeid sätestatud ei ole. Materjali kvaliteedinõuete määramisel on kasutatud Rail Balticu eelprojekti projekteerijalt saadud andmeid.

Tabel 1. Rail Balticu ehitamiseks vajaminevad täitematerjalide kogused (tihendatud)⁷

Täitematerjal	Täpsustatud omadused	Kogus Pärnu, tuh m ³	Kogus Rapla, tuh m ³	Kogus Harju, tuh m ³	Kogus kokku, tuh m ³
Raudteeballasti killustik	Alapeatükk Ballast	564	282	277	1123
KG1 killustik	Alapeatükk Muldkeha kaitsekiht KG1	557	277	271	1105
Tee killustikualuse ja raudtee hooldustee killustik	Alapeatükk Killustikalus	241	93	92	426
Raudtee täitematerjal mulde	Alapeatükk Raudtee muldkeha	3945	1828	3844	9617
Tee ja raudtee teenindustee täitematerjal mulde	Alapeatükid Tee muldkeha ja Raudtee teenindustee	1787	1391	1777	4955

1.2.1. Ballast

Raudteeballast on raudtee pealisosa, mis asub rööbaste ja liiprite all ja koosneb fraktsioneeritud killustikust. Selle ülesanne on jagada rööbastelt ja liipritelt langevat koormust. Kuna ballast on pidevas kokkupuutes ilmastikuga, on seatud oluliseks tugevus- ja vastupidavusnõuded.

Raudteeballasti terastikuline koostis määratakse standardi EN 933-1⁸ kohase sõelumismeetodiga ja see peab vastama standardi EN 13450:2002/AC:2004⁹ järgi 31,5/63 terasuurusega F kategooria killustikule (tabel 2). Ballasti

⁷ ehitusmaavaradest toodetud tooted

⁸ <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-933-1-2012>

⁹ <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-13450-2007> (märkus: harmoneeritud standardi pealkiri erineb Eesti standardi pealkirjast)

kulumiskindluse maksimaalse väärtuse kategooria on $M_{DE}RB15$, mis vastab mikro-Devali koefitsiendile $\leq 15\%$. Ballasti killunemiskindluse maksimaalsete väärtuste kategooria on $LA_{RB}12$, mis vastab Los Angeles'i tegurile $\leq 12\%$.

Tabel 2. Raudteeballasti liigituskategooria F terastikulise koostise nõuded

Sõelamõõt, mm	80	63	50	40	31,5	22,4 ¹⁰	31,5 - 63
Osakesi massi järgi, %	100	93 - 99	45 - 70	15 - 40	0 - 7	0 - 7	≥ 85

1.2.2. Muldkeha kaitsekiht KG1

Muldkeha kaitsekiht on raudteetrassi konstruktsioonikiht, mis paikneb ballasti ja muldkeha vahel. Selle eesmärk on tagada ballasti kandevõime, takistada selle vajumist, jaotada ballastilt koormus muldele ning takistada (läbi ballasti) vee sattumist muldesse. Vee eemale juhtimise tagab kalle langusega 5%.

Eelprojekti järgi tuleb muldkeha kaitsekihis kasutada toodet KG1 (Korngemisch 1), mis on mõeldud spetsiaalselt raudtee ehituseks. Olemuselt on tegu eriteralise täitematerjaliga terasuurusega 0/32. KG1 segu terastikuline koostis on toodud tabelis 3. KG1 eriteralisus teeb materjali hästi tihendatavaks, mis tagab omakorda hea kandevõime. Muldkeha kaitsekihis kasutatavad looduslike, tehnilike või taaskasutatavate materjalide töötlemise teel saadud sidumata ja hüdrauliselt seotud täitematerjalid peavad olema külmakindlad ja vastupidavad ilmastikule, survele ning mehaanilisele koormusele. Nõue filtratsioonimoodulile on $k_{10} \leq 1 \times 10^{-6}$ m/s katsemeetodil ISO/TS 17892-11¹¹. Kui täitematerjalide segus kasutatakse šlakitooteid, siis peab filtratsioonimoodul olema $k_{10} \leq 1 \times 10^{-5}$ m/s standard Proctorteimi tiheduse $\rho_{dPr} = 1,00$ juures. KG1

¹⁰ 22,4 mm sõela asemel võib kasutada 25 mm sõela. Sellisel juhul kehtib tolerants 0 - 5

¹¹ <https://www.evs.ee/tooted/iso-ts-17892-11-2004>

segu loetakse külmakindlaks, kui osakesi terasuurusega 0,02 mm on $\leq 3\%$ massi järgi.

Tabel 3. KG1 segu terastikulise koostise nõuded

Sõelamõõt, mm	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	0,02
Osakesi massi järgi, %	92-73	82-62	71-50	60-40	52-32	43-23	32-14	17-7	7,0-0	3,0-0

1.2.3. Raudtee muldkeha

Raudtee muldkeha on raudtee kõige alumine konstruktsioon nõlvakaldega 1:1,5. Muldkeha kõige olulisem ülesanne on tagada kogu ehitise stabiilsus. Kuna muldkehasse võib sattuda vett, mis võib vähendada mulde stabiilsuse vähenemist, on oluline muldkeha materjali filtreeruvad omadused vee eemale juhtimiseks. Filtratsiooni mõjutavad peamiselt pinnases olevate pooride mõõtmed, hulk ja terastikuline koostis. Filtratsiooni takistavad eelkõige peened osakesed (savi) ja materjali eritalisus. Palju saviosakesi sisaldavatel materjalidel on kapillaartõusu tõttu suur oht külmakerkeks, mis muudab konstruktsioonikihid ebapüsivaks.

Muldkehas kasutatava täitematerjali filtratsioonikoefitsient peab olema $\geq 0,5$ m/ööpäevas katsemeetodil ISO/TS 17892-11 ja osakeste suurusega $< 0,1$ mm massiprotsent kuni 15% ning osakeste suurusega $< 0,005$ mm massiprotsent kuni 2%. Muldkehas kasutatavat pinnast identifitseeritakse ja liigitatakse standardite ISO 14688-1¹², ISO 14688-2¹³ järgi.

¹² <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-iso-14688-1-2003+a1-2013>

¹³ <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-iso-14688-2-2004+a1-2013>

1.2.4. Raudtee teenindustee

Raudtee teenindustee (hooldustee) on 3 - 3,5 m lai killustikukattega tee ning see on osa raudtee taristust ja ei ole mõeldud avalikuks kasutamiseks. Teenindusteel võib olla omaette või raudteega ühine muldkeha. [2, lk 14]

Rail Balticu üldise tehnilise kirjelduse järgi sobib teenindustee valmistamiseks kruus, killustik või profileeritud ja tihendatud täitematerjal (pinnas) [2, lk 9]. Teenindustee ehitamiseks kasutatavate materjalide omaduste kohta käesoleva uuringu tegemise hetkel eelprojektis täpsem info puudub. Raudtee teenindustee ehitamiseks kasutatavate täitematerjalide kvaliteedinõuete puhul lähtutakse avalikult kasutatava tee materjalile esitatavatest nõuetest [3, 4].

1.3. Tee täitematerjalide kvaliteedinõuded

Teede ehitamiseks kasutatavate täitematerjalide nõuete määramisel on võetud aluseks avalikult kasutataval teel kasutatavate tee-ehitusmaterjalide ja -toodete kohustuslikule deklareerimisele kuuluvad põhiomadused vastavalt Maanteeameti juhenditele [3, 4]. Põhiomadusi on lähteülesande järgi järelduste tegemiseks vähendatud.

1.3.1. Killustikalus

Killustikaluse nõuete määramisel eristatakse omaduste järgi killustiku purunemiskindlust katsemeetodil EN 1097-2¹⁴, külmakindlust katsemeetodil EN 1367-1¹⁵ ja külmakindlust soolalahuses katsemeetodil EN 1367-6¹⁶. Nõutud omaduste piirväärtused on toodud järgnevas tabelis.

¹⁴ <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-1097-2-2010>

¹⁵ <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-1367-1-2007>

¹⁶ <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-1367-6-2008>

Tabel 4. Killustiku nõuded tee aluse ehituseks (lihtsustatud) [3, lk 8]

Omadus	AKÖL 20 ≥6000 a/ööp	AKÖL 20 3000-6000 a/ööp	AKÖL 20 <3000
Killustiku purunemiskindlus	LA ₂₅ ¹⁷	LA ₃₀	LA ₃₅
Külmakindlus	F ₂	F ₄	F ₄
Külmakindlus soolalahuses	F _{NaCl4}	-	-

1.3.2. Tee muldkeha

Tee muldkeha nõuete määramisel eristatakse omaduste järgi täitematerjali filtratsiooni katsemeetodil EVS 901-20¹⁸ ja peenosiste sisaldust katsemeetodil EN 933-1. Nõutud omaduste piirväärtused on toodud järgnevas tabelis.

Tabel 5. Muldkehas kasutatava liiva nõuded [4]

Parameeter	Muldkeha minimaalsed nõuded	Muldkeha töötsooni alumine kiht (1,0 kuni 1,5 m)	Dreenkihi ja muldkeha töökiht (kuni 1 m)
Filtratsioon EVS 901-20 järgi, K _f m/ööp	> 0,5	> 1,0	> 2,0
Savi- ja tolmuosakeste sisaldus (f) %	< 5	< 5	< 5

¹⁷ Ühekihiliste aluste ja aluste ülakihtide ehitamisel kasutatavale materjalile LA₂₅ ja F_{NaCl4} kategooria nõude vajaduse määrab tellija enne pakkumuste küsimist

¹⁸ <https://www.evs.ee/tooted/evs-901-20-2013>

2. MATERJAL KARJÄÄRIDES

Hindamaks eelmises peatükis toodud materjali vajadusele turu pakkumise võimekust, tuleb esmalt saada ülevaade karjäärides pakutavate toodete toormaterjali (maavara) omadustest ja nende toodete (täitematerjal) omadustest. Nende andmete pealt saab hinnata, kuidas või kas üldse pakutakse karjäärides nõuetele vastavaid tooteid ning teha üldistavaid järeldusi maavara sobivuse ja piisavuse kohta.

Käesolevas peatükis antakse esmalt ülevaade täitematerjali toormaterjali ehk maavara nõuete kohta Eesti Vabariigis. Kuna Rail Balticu ehitus ei piirne üksnes Eesti territooriumil, vaid kulgeb Läti Vabariigis edasi, arvestatakse ka 50 km raadiuses Eesti-Läti riigipiiri Rail Balticu ristumiskohast olevaid maavarasid. Seetõttu vaadeldakse ka Läti Vabariigis maavaradele kehtestatud nõudeid. Seejärel antakse ülevaade täitematerjalide toodete nõuete kohta.

2.1. Geoloogilised uuringud

Maavara geoloogilisi uuringuid tehakse määruse nr 44¹⁹ järgi. [5]

2.1.1. Aluskorra ehituskivi

Määruse nr 44 7. peatükk määrab nõuded uuringu korra rakendamiseks kristalliinse ehituskivi (aluskorra ehituskivi) suhtes. Selle järgi on kohustuslik määrata vähemalt kivimi survetugevus. Muud katsed määrab tellija, kuid iga parameetri kohta peab olema tehtud vähemalt 3 määrangut. Lisaks tuleb anda kivimile kiirgus- ja hügieenialane hinnang. [5]

¹⁹ <https://www.riigiteataja.ee/akt/905848> (redaktsiooni kehtivuse lõpp 31.12.2016, uus redaktsioon on väljatöötamisel, kuid uuringu tegemise ajal ei olnud see jõustunud)

2.1.2. Karbonaatkivimid

Määruse nr 44 6. peatükk määrab nõuded uuringu korra rakendamiseks karbonaatkivimite suhtes. Kaevandatavateks ehitusotstarbelisteks karbonaatkivimiteks on Eestis lubja- ja dolokivi. [5]

Kasutusala järgi määratakse ehituses kasutatavale karbonaatkivimile nõuded järgmiselt:

1. ehitusotstarbeline karbonaatkivim – survetugevus kuivalt vähemalt 200 kg/cm^2 , külmakindlus vähemalt 15 tsükli. Jaguneb omakorda:
 - a. madalamargiline karbonaatkivim – survetugevus on $200 - 600 \text{ kg/cm}^2$.
 - b. kõrgemargiline karbonaatkivim – survetugevus on üle 600 kg/cm^2 ning külmakindlus mitte alla 25 tsükli;
2. täitepinnas – karbonaatkivim, mille survetugevus on alla 200 kg/cm^2 . [5]

2.1.3. Liiv ja kruus

Määruse nr 44 8. peatükk määrab nõuded uuringu korra rakendamiseks liiva ja kruusa suhtes. Kasutusala järgi määratakse ehituses täitematerjalina kasutatavale liivale ja kruusale nõuded järgmiselt:

1. ehitusliiv – peensusmoodul 1,3 või rohkem, savi- ja tolmusisaldus ei tohi olla üle 10% ja osakesi läbimõõduga üle 5 mm on 35%;
2. ehituskruus – osakesi läbimõõduga üle 5 mm ei ole 35%, savi- ja tolmuosakesi ei ole üle 20%;
3. täitepinnas – liiv ja kruus, mis ei vasta eelmistes punktides esitatud nõuetele. [5]

Liiva ja kruusa lõimise määramisel kasutatav sõelte komplekt peab määruse nr 44 kohaselt sisaldama 70, 40, 20, 10, 5, 2,5, 1,25, 0,63, 0,315, 0,16 ja 0,05 millimeetrise ava suurusega sõelu, mis vastavad GOST 8735-88 standardi pinnaseproovide terakoostise sõelte. Tellija nõudel võib kasutada teistsuguseid sõelu. Liiva peensusmoodul leitakse määruse nr 44 § 22 lg-s 7 toodud valemiga

$$P_m = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16}}{100}, \text{ kus } P_m - \text{liiva peensusmoodul};$$

A_n – täisjäägid vastavate avadega sõeltel. [5]

Läti Vabariigi mäetööstuse korra²⁰ (ministri kabineti 21.08.2012 määrus nr 570) järgi seatakse Läti kruusale ja liivale nõuded järgmiselt:

1. aleuriit – fraktsiooni läbimõõduga 0,05 - 0,005 mm sisaldus peab olema 25 - 50%;
2. liivsavi – fraktsioonide läbimõõduga 5 - 0,05 mm ja 0,05 - 0,005 mm sisaldus peab olema 70 - 90% ja fraktsiooni <0,005 mm sisaldus 3 - 10%;
3. liiv-kruus – fraktsiooni läbimõõduga >5 mm (või 5,6 mm kui kasutatakse sellist sõela suurust) sisaldus peab olema üle 15%. [6]

Läti mäetööstuse korras on liiv defineeritud mõistena, kuid nõudeid sarnaselt Eestile kasutusala järgi määratud ei ole. Vastavalt määrusele puuduvad Lätis erinõuded liiva ja kruusa lõimisel määratavate sõelte suurustele, sealhulgas nõue savi- ja tolmusisalduse määramiseks. Kõik täpsemad nõuded määrab tellija.

2.2. Täitematerjalide tooted

Teehoiutöodel kasutatavate ehitusmaterjalide valdkonda reguleerib Euroopas Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus 305/2011²¹. Eestis tuleb tee-ehituses kasutatavatel täitematerjalidel vastavalt kasutusotstarbele määrata määruse nr 74²² lisas²³ toodud põhiomaduste väärtused ning need deklareerida toote toimivusdeklaratsioonil.

Kui toodetakse materjali avalikult kasutatava tee ehitamiseks, siis peab toimivusdeklaratsioon vastama nii CPR-le kui ka määruse nr 74 nõuetele. Muude teede ehitamiseks piisab CPR-i nõuetele vastamisest.

Tootjate käest saadud kaubastatava materjali andmete alusel selgus, et määruse nr 74 lisas toodud kasutusala järgi deklareeritakse valdavalt standardi EVS-EN 13242 järgi katendi sidumata ja hüdrauliliselt seotud kihtides kasutatava

²⁰ Derīgo izrakteņu ieguves kārtība <http://likumi.lv/doc.php?id=251021>

²¹ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:32011R0305&qid=1459766201651>

²² <https://www.riigiteataja.ee/akt/108042016005?leiaKehtiv>

²³ https://www.riigiteataja.ee/akt/108042016005/MKM_m74_lisa.pdf#

jämetäitematerjali, fraktsioneerimata täitematerjali ja peentäitematerjali omadusi. Väga vähe deklareeritakse muldkehas kasutatava jämetäitematerjali, fraktsioneerimata täitematerjali ja peentäitematerjali omadusi ning drenkhis ja kaevetööde tagasitäites katte pinnast kuni 2 meetri sügavuses kasutatava täitematerjali omadusi.

Täitematerjalide omaduste määramisel on oluline info toote kohta koostatavatel toimivusdeklaratsioonidel²⁴. Toimivusdeklaratsioonil deklareeritakse toimivusena:

1. Põhiomaduste loetelu kasutusotstarbe või -otstarvete jaoks;
2. Iga põhiomadus deklareeritakse toimivustasemetega või -klasside kaupa või kirjeldusena;
3. Deklareerimisel esitatakse seosed ühtlustatud tehniliste kirjeldustega (standarditega) ning toote iga põhiomaduse puhul kasutatava toimivuse püsivuse hindamise ja kontrolli süsteemiga ning iga põhiomaduse toimivus. [7]

Eelnevast lähtuvalt on materjalidest ja nende omadustest ühtemoodi aru saamiseks väga oluline toote omaduse kirjeldamisel kasutada ühesuguseid standardeid. Seda nii toodete kohta (tootestandardid) kui ka katsetele (katsestandardid). Reeglina määrab tootestandard ära katsestandardi või annab valiku mitme standardi vahel, millest tuleb sobilik valik teha. Eriti oluline on see rahvusvaheliste projektide puhul nagu seda on Rail Baltic. Vastasel korral võib puudu jääda vajalik teave materjali omaduse kohta.

²⁴ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:32014R0574&qid=1459766265642>

3. METOODIKA

Ehitusmaavarade varustuskindluse hindamisel lähtuti eelkõige lähteülesandes (lisa 1) püstitatud nõuetest. Lisaks arvestatakse Keskkonnaministeeriumi koostatud ehitusmaavarade maavara kaevandamise loa taotluste menetlemisel riiklike huvide kaalumise juhendis [8] toodud põhimõtteid.

3.1. Lähteandmed

Rail Balticu raudtee ja sellega kaasneva infrastruktuuri rajamiseks vajaminevate täitematerjalide info on saadud eelprojekti koostamise meeskonnalt, Tehnilise Järelevalve Ametilt ning Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumilt. Käesoleva uuringu tegemise ajaks on kasutada eelprojekti Pärnu maakonna ja osaliselt Rapla maakonna tööversioonid. Hinnangu andmiseks on lähteandmeid töödeldud ja lihtsustatud käesoleva peatüki selgituste järgi.

Karjäärides paikneva materjali kvaliteedist ülevaate saamiseks võttis konsultant ühendust teeninduspiirkonnas paiknevate kaevandajatega. Konsultant küsis andmed kaubastatava materjali kohta 50 km raadiuses Rail Balticu trassist (lisa 4). Andmetena küsiti toimivusdeklaratsioone või muid tõendusdokumente. Toimivusdeklaratsioonide puudumisel paluti esitada nende olemasolul laboratoorsed katsetulemused. Andmeid toodete filtratsioonimoodulite kohta küsiti eraldi. Nii toimivusdeklaratsioonide kui laboratoorsete katsetulemuste järgi hinnati ehitustoote toimivust (omadusi). Laboriprotokollide saamisel arvestati nende tulemuste usaldusväärsust. Laboriprotokollidest järelduste tegemisel eelistati protokolle, mille on väljastanud Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt standardi EN ISO/IEC 17025²⁵ nõuetele akrediteeritud katselabor.

Toimivusdeklaratsioone küsiti 169 karjääri kohta. Kontakti karjääri haldajaga saadi 162 juhul (96%) ja deklaratsioone esitati 78 karjääri kohta (46%). Deklaratsioonide esitamisel paluti tootjal väljastada toimivusdeklaratsiooni

²⁵ <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-iso-iec-17025-2006>

viimane versioon. Mõningatel juhtudel olid väljastatud dokumendid mitmeid aastaid vanad, kohati esitati vastavusdeklaratsioone. Paljudel juhtudel toodi deklaratsiooni puudumise või ajakohasuse kohta selgituseks, et karjäär on avamata või tootmine on seiskunud madala nõudluse tõttu. Kui toote kohta esitati mitmeid dokumente, siis oli eelistamisjärjekord: toimivusdeklaratsioon, vastavusdeklaratsioon, akrediteeritud katselabori protokoll, muu katseprotokoll.

Filtratsiooni kohta ei õnnestunud päringu tulemusena tootjatelt piisavat infot saada, vähemalt mitte sellisel kujul, mis iseloomustaks kogu projektiala ühtse uuringumetoodika järgi. Seetõttu analüüsiti antud uurimistöös materjali filtreerivaid omadusi kaudselt peenosiste sisalduse järgi. Andmed küsiti Maaametilt ja neid täiendati osaliselt Eesti Geoloogiakeskus OÜ Geoloogiafondi andmebaasist pärinevate geoloogiliste uuringute aruannete tulemustega ning kaevandajatelt saadud andmete alusel.

Saadud info järgi hindas konsultant, milline materjal on sobilik Rail Balticu ehitustöödeks ning annab käesoleva uuringu peatükis 4 hinnangu, milline toode millisesse mulde konstruktsioonikihti sobib. Peatükis 5 antakse hinnang, kas trassikoridori teeninduspiirkonda jäävates karjäärides on vajalikus mahu ja kvaliteedis maavarasid. Kõikide karjääride põhjal on koostatud tabelid (lisad 8 - 15), kus on näidatud millises mahu on olemas sobiva kvaliteediga kaevandatavat maavara.

3.2. Materjali omadused

Rail Balticu raudteega ja sellega kaasneva infrastruktuuri rajamiseks vajamineva materjali omadused on saadud eelprojekti tööversioonist. Eeldatud on, et nõuded materjalidele on konstruktsioonides läbivalt ühesugused. Seetõttu on arvestatud samaväärsete materjalidega ka Harjumaa osas. Materjalide nõudeid on kirjeldatud 1. peatükis ja nende tootmiseks sobivaid maavarasid on kirjeldatud 4. peatükis. Arvestades eelmises peatükis toodud selgitusi saab Eestis leiduvatest kaevandatavatest maavaradest Rail Balticu ehitamise ajaks toota kõiki materjale peale raudteeballasti killustiku.

Maavaradele esitatud nõuetest lähtuvalt grupeeritakse käesolevas töös varustuskindluse hinnangu aluseks olevad maavarad järgmiselt:

1. aluskorra ehituskivi,

2. ehitusotstarbeline karbonaatkivim,
3. liiv ja kruus.

3.2.1. Aluskorra ehituskivi

Aluskorra ehituskivist saab toota raudteeballasti ehitamiseks sobilikku killustikku. Hetkel Eestis seda ei kaevandata.

Maardu maardla registrikaardi [9] järgi on kivimi füüsikalis-mehaaniliste omaduste näitajatest survetugevusmark 1400, külmakindlusmark 150 ja veeimavus 0,1%. Aluskorra ehituskivist killustiku tootmisel ei saa tõenäoliselt takistuseks raudteeballastile esitatud geomeetriliste nõuete täitmine ajakohase rikastamistehnika kasutamisel. Raudteeballasti killunemiskindluse kategooria LA_{RB12} ja kulumiskindluse kategooria M_{DERB15} nõuete täitmine on praegusel ajal teadmata. Aluskorra ehituskivi kõrge survetugevus- ja külmakindlusmark ning madal veeimavus annavad alust arvata, et sellest toodetud killustik on sobilik raudteeballasti ehituseks. Seda eeldust tuleb laboris kontrollida.

Aluskorra ehituskivi kaevandamiseks on esitatud kaks kaevandamisloa taotlust. Maardu aluskorra ehituskivi maardlas on mäetehnilised tingimused keerulised. Maardla registrikaardi järgi katab maardlat kohati kuni 160 m paksune Ordoviitsiumi-Kambriumi kivimikompleks. Kaevandamisel tuleb tagada Vendi veekompleksi täielik puutumatus. Selleks jätta kaeveõõnte peale vähemalt 25 m paksune graniitkivimitest tervik. Vertikaalšahti rajamisel näha ette veekompleksi läbindamisel šahti ümbruse külmutamine. Vaatamata keerulistele tingimustele on tehnoloogiliselt võimalik Maardu maardlas aluskorra ehituskivi kaevandada. Vähemalt ei ole teada asjaolu, mis selle kindlasti välistaks. [9]

Senised loa taotluste menetlused on sisuliselt seiskunud. Maardu graniidikaevanduse taotluse menetluse viimase ametliku toiminguna on teatatud kaevandamisloa taotlemisest²⁶ 25.01.2005 ja Maardu II graniidikaevanduse

²⁶ https://www.ametlikudteadaanded.ee/avalik/teadaanne?teated_id=115734&sid=&pdf=1

kaevandamisloa taotluse menetluses kiideti heaks KMH aruanne²⁷ 04.02.2010. Edasi ei ole menetlustega liigutud. Samuti pole loa taotlejad üles näidanud huvi menetlustega jätkamiseks. Seega on potentsiaalne varustuskindlus maavaraga tagatud, kuid keegi ei kaevanda seda.

Kokkuvõtvalt on alust arvata, et taotletavate Maardu graniidikaevanduse ja Maardu II graniidikaevanduse avamine Rail Balticu ehitamise ajaks on vähetõenäoline. Konsultandi hinnangul ei hakata kaevandama Maardu maardlas aluskorra ehituskivi lähima kümne aasta jooksul, mistõttu on vajalik raudteeballasti killustik importida.

3.2.2. Ehitusotstarbeline karbonaatkivim

Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi all vaadeldakse kasutusala järgi kõrge ja madalamargilist ehituslubjakivi ja ehitusdolokivi, mis on sobilik ristuvate teede aluste, raudtee hooldustee aluse ja KG1 ehitamiseks vajamineva killustiku tootmiseks. KG1 killustiku tootmise kogemuse puudumise tõttu Eestis tuuakse KG1 kogus eraldi välja.

Killustikul eristatakse omaduste järgi purunemiskindlust (LA), külmakindlust (F) ja külmakindlust soolalahuses (F_{NaCl}) (vt tabel 4).

Külmakindlus soolalahuses järgi on sobivaks kategooriaks $F_{NaCl}4$, mis tähendab, et EN 1367-6 katse järgi peab massikadu jääma alla 4%. Lubjakividel kõigub see tulemus oluliselt, kuid jääb selgelt üle 4%. Võrreldes lubjakividega on dolokividel külmakindlus soolalahuses mõnevõrra parem, kuid jääb samuti üle 4%.

Karbonaatkivimit saab seega kasutada vaid konstruktsioonides, kus külmakindlusele soolalahuses nõudeid pole seatud.

Külmakindluse järgi on sobivateks kategooriateks F_2 ja F_4 . Kuna tabelis 4 langeb kategooria F_2 kokku külmakindluse soolalahuses kategooriaga $F_{NaCl}4$, siis saab

²⁷ https://www.ametlikudteadaanded.ee/avalik/teadaanne?teated_id=313866&sid=&pdf=1

nõudena välistada ka külmakindluse kategooria F_2 . **Seega jääb külmakindluse nõudeks kategooria F_4 .**

Purunemiskindluse järgi on sobivateks kategooriateks LA_{25} , LA_{30} ja LA_{35} . Kuna kategooria LA_{25} langeb kokku külmakindluse soolalahuses kategooriaga F_{NaCl4} ja külmakindluse kategooria F_2 , siis saab nõudena välistada ühtlasi purunemiskindluse kategooria LA_{25} , mis **jätab alles kategooriad LA_{30} ja LA_{35} .**

Määruse nr 44 järgi võetakse ehitusotstarbeline karbonaatkivimit maardlate registris arvele survetugevuse ja külmakindluse alusel. Siinjuures on oluline märkida, et mõlemaid omadusi määratakse võrreldes täitematerjalidega erinevalt. Survetugevust määratakse standardi GOST 8269.0-97²⁸ ja külmakindlust standardi GOST 30629-99²⁹ järgi. Ehitusotstarbelisel karbonaatkivimil määratakse sageli samade katsete käigus ka tihedus ja veeimavus.

Lubja- ja dolokivikillustiku kohta esitati 75% karjääridest toimivusdeklaratsioon või katsetulemus purunemiskindluse LA ja külmakindluse F kohta. Uuringu käigus kogutud karbonaatkivikillustiku toimivusdeklaratsioonidelt ilmnes, et kõik lubja- ja dolokivikillustikud vastavad külmakindluse kategooriale F_4 ja purunemiskindluse kategooriale LA_{35} . Ülejäänud 25% juhtudest hinnati karbonaatkivimist toodetava killustiku purunemiskindlust survetugevuse ja külmakindlust veeimavuse alusel (vt lisa 9). Võrreldes olemasolevaid andmeid killustike purunemiskindluse kohta karbonaatkivimi survetugevusega, võib hinnangu andmiseks lihtsustatult öelda, et killustiku purunemiskindluse kategooria LA_{30} tagab eeldatavasti karbonaatkivim survetugevusega 800 kg/cm^2 või enam ning karbonaatkivim survetugevusega alla 800 kg/cm^2 killustiku purunemiskindluse kategooriaga LA_{35} . Viimane järeldus ei välista, et karbonaatkivimist survetugevusega alla 800 kg/cm^2 saab toota killustikku

²⁸ <http://www.gosthelp.ru/gost/gost27636.html>

²⁹ <http://gostexpert.ru/data/files/30629-99/46cbda593c6661b3c7a6f1acc68813df.pdf>

väiksema purunemiskindluse kategooriaga kui LA₃₅. Seda saab tõendada üksnes läbi nõuetele vastavuse tõendamise.

Võrreldes olemasolevaid andmeid killustike külmakindluse kohta karbonaatkivimi veeimavusega, siis torkab silma, et kõige suurema veeimavusega (3,71%) kivist toodetakse F₂ kategooriale vastavat killustikku. Kuigi kivimi veeimavus ja külmakindlus on omavahel seoses on käesoleva uurimustöö andmestik järeldeste tegemiseks liialt väike. Analüüsides olemasolevaid andmeid killustike külmakindluse kohta ning kuivõrd kõige suurema veeimavusega kivist saab toota külmakindluse nõuetele vastavat killustikku, võib hinnangu andmiseks lihtsustatult järeldada, et kõikidest vaatluse all olevatest karbonaatkivimitest saab eeldatavasti toota killustiku külmakindluse kategooriaga F₄ või väiksem.

Kokkuvõttes on käesolevas töös varustuskindluse hindamisel selekteeritud karbonaatkivim, millest saab toota killustikku külmakindluse kategooriaga F₄ ja purunemiskindluse kategooriaga LA₃₀ või LA₃₅.

3.2.3. Liiv ja kruus

Liiva ja kruusa all vaadeldakse kasutusala järgi ehitusliiva ja -kruusa ning täitepinnast (täiteliiv ja -kruus), millest toodetakse raudteetrassi, ristuvate teede ja raudtee hooldustee mulde ehitamiseks sobilikku täitematerjali.

Raudtee muldkehas kasutataval täitematerjalil eristatakse omaduste järgi filtratsioonikoefitsienti, osakeste suurusega <0,1 mm ja <0,005 mm massiprotsenti (vt peatükk 1.2.3.). Tee muldkehas kasutataval materjalil on samuti nõue filtratsioonile.

Kuna antud töö käigus kogutud toimivusdeklaratsioonidelt (deklaratsioone esitati üldse 46% juhtudest) selgus, et filtratsiooni määramine ei ole levinud, ei saa liiva ja kruusa sobivust hinnata filtratsiooni järgi. Seetõttu on Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituudi tee-ehituses kasutatavate filtratsioonimooduli erinevate määramismeetodite uurimustöö [10] alusel jagatud liiv ja kruus peenosise sisalduse järgi kolme gruppi: ≤ 15%, ≤ 8% ja ≤ 3% sisaldusega materjal.

Hindamaks geoloogiliste uuringute alusel liiva ja kruusa sobivust Rail Balticu muldematerjaliks loetakse käesoleva uurimustöö raames, et liiv ja kruus sobivad muldkeha tootmiseks kui materjali savi- ja tolmusisaldus (0,05 mm läbind) on

$\leq 15\%$. Suurema savi- ja tolmu sisaldusega materjal võib mõningatel juhtudel vastata filtratsiooninõudele, kuid see on pigem erand [10]. Seetõttu välistatakse suurema kui 15% savi- ja tolmu sisaldusega liiv ja kruus raudtee mulde ehitamiseks sobilike maavarade hulgast.

Eelnevalt viidatud Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituudi tee-ehituses kasutatavate filtratsioonimooduli erinevate määramismeetodite uurimustöö järgi [10] **eristatakse $\leq 15\%$ savi- ja tolmu sisaldusega liivast ja kruusast omakorda $\leq 8\%$ ja $\leq 3\%$ sisaldusega materjal, kui suurema potentsiaaliga raudtee mulde ehitamiseks sobiv maavara. Kõigil juhtudel võetakse savi- ja tolmu sisalduse määramise diameetriks $0,05\text{ mm}$, mis on liiva ja kruusa geoloogilistel uuringutel kasutatav suurus.**

Selline lähenemine tagab läbi geoloogiliste uuringute määratud terastikulise koostise kaudselt filtratsiooniomadusega arvestamise. **Konsultandi hinnangul täidab kõige tõenäolisemalt filtratsiooninõude kuni 8% peenosise sisaldusega liiv ja kruus. Siiski võib $15 - 8\%$ savi- ja tolmu sisaldusega materjal mõningatel juhtudel vastata filtratsiooninõudele, mistõttu vaadeldakse varustuskindluse hinnangus kuni 15% peenosise sisaldusega liiva ja kruusa. Varustuskindluse hinnang antakse iga peenosise sisalduse grupi kohta eraldi.**

3.3. Materjali maht

Rail Balticu raudteega ja sellega kaasneva infrastruktuuri rajamiseks vajamineva materjali mahte on hinnatud eelprojekti tööversiooni järgi. Kuna käesoleva uuringu tegemise ajaks ei ole kogu eelprojekt valmis, on kasutatud olemasolevat informatsiooni ja puuduolevate materjali mahtude hindamisel on teadaolevaid koguseid hinnatud olemasoleva teabe põhjal. Sellest lähtuvalt on tegemist hinnanguga, mis võib lõplikus eelprojekti toodud mahtudest mõnevõrra erineda. Vajalikud kogused täitematerjalide tüüpide kaupa on maakondade lõikes ära toodud tabelis 1.

Killustiku tootmisel mäemassiivist arvestatakse maavara kadudega. Konsultandi hinnangul saab ehitusotstarbelisest karbonaatkivimist toota killustiku keskmiselt 75% ulatuses (saagikus). Ülejäänud 25% muutub purustamise tagajärjel liialt peeneteraliseks (sõelmed). Kuna tardkivikillustikku Eestis ei toodeta, ei ole vaja selle tootmiskadudega arvestada.

Liiva ja kruusa tarbimist arvestatakse looduslikul kujul (rikastamata). Looduslikul kujul tarbimisel arvestatakse, et kadusid ei ole. Juhul, kui liiva ja kruusa on peenosise sisalduse vähendamiseks vaja sõeluda, on kao suuruseks väljasõelatud peenosise sisaldus kogumahust.

Vajaminevad täitematerjali kogused on toodud konstruktsioonis paikneva tihendatud materjali (toote) kohta. Täitematerjali maht aga muutub tihendamisel. Erinevatel materjalidel on vastavalt fraktsioonile ka mõnevõrra erinevad tihendustegurid. Kui võtta arvesse materjali tootmine maavarast, tuleb arvestada mahumassiga, seda eriti mäemassiivist toodetavate killustike puhul.

Konsultandi kogemusel on ehitusotstarbelise karbonaatkivimist toodetud killustiku EN 1097-3 katsel puistetihedus keskmiselt $1,4 \text{ t/m}^3$ ja mahumass konstruktsioonis tihendatuna on $1,9 \text{ t/m}^3$. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi maavara mahumass sõltub geoloogilistest tingimustest ja jääb erinevate allikate põhjal erialases kirjanduses vahemikku $2,2 - 2,6 \text{ t/m}^3$. Käesolevas töös loetakse hinnangu andmisel keskmiseks karbonaatkivimi mahumassiks $2,4 \text{ t/m}^3$. Seega 1 m^3 ehitusotstarbelisest karbonaatkivimist (maavaravaru) saab arvestades killustiku saagikust, maavara mahumassi ja killustiku mahumassi keskmiselt $(1 \cdot 0,75 \cdot 2,4) / 1,4 = 1,286 \text{ m}^3$ killustikku puistes ja arvestades tihendatud killustiku mahumassi keskmiselt $(1 \cdot 0,75 \cdot 2,4) / 1,9 = 0,947 \text{ m}^3$ killustikku tihendatuna. Tardkivikillustiku tihendamata koguse hindamisel arvestatakse materjali tihenemist karbonaatkillustikule samaväärselt.

Kuna liiv ja kruus on maavarana arvel looduslikus olekus tihendatud kujul ning kasutamisel kadusid ei arvestata, siis arvestatakse käesolevas töös maavara vajaduse hinnangu andmisel liiva ja kruusa tihendusteguriks 1. Ehk 1 m^3 liivast ja kruusast saab 1 m^3 tihendatud täitematerjali.

Seega $1\,123 \text{ tuhat m}^3$ (vt tabel 1) tihendatud raudteeballasti killustiku saamiseks tuleb arvestada $1\,123 \cdot 1,286 / 0,947 = 1\,524 \text{ tuhat m}^3$ tihendamata raudteeballasti killustikuga. Tee aluste jaoks vajamineva 426 tuhat m^3 tihendatud karbonaatkivikillustiku saamiseks tuleb arvestada $426 \cdot 0,947 = 450 \text{ tuhat m}^3$ maavaravaruga ja KG1 jaoks vajamineva $1\,105 \text{ tuhat m}^3$ tihendatud karbonaatkivikillustiku saamiseks tuleb arvestada $1\,105 \cdot 0,947 = 1\,166 \text{ tuhat m}^3$ maavaravaruga. Mullete jaoks vajamineva $14,6 \text{ miljonit m}^3$ tihendatud liiva ja kruusa saamiseks saab arvestada sama koguse maavaravaruga.

Eelprojekti põhjal on eristatud täitematerjalid:

1. Killustikud³⁰ - raudteeballasti killustik, KG1 killustik, tee killustikualuse ja raudtee hooldustee killustik.
2. Muldematerjalid³¹ - raudtee mulle, tee mulle, raudtee teenindustee mulle.

Siinjuures on raudteetrassi Pärnu ja Rapla maakondade kohta käivad kogused saadud eelprojekti tööversioonist ja Harju maakonna koguseid hinnatud Pärnu ja Rapla maakonna teabe põhjal. Raudtee tarbeks vajamineva materjali hindamiseks on olemasolevate andmete järgi arvutatud välja keskmine materjali kulu raudtee ühe meetri ehitamiseks ning kantud see kogu trassi pikkusele.

Teede kohta käivad kogused on eelprojekti täpsusega Pärnumaa kohta, kuna käesoleva uuringu tegemise ajaks on teada üksnes Pärnu maakonda jäävate teede materjalivajadus. Rapla ja Harju maakondade teede tarbeks vajamineva materjali hindamiseks on kasutatud MKM-ilt ja TJA-lt saadud teadaolevaid ristuvate teede ümberehituse materjali andmeid.

Hinnanguliste kogustele on lisatud varutegur, vastavalt lubja- ja dolokivikillustikule 25%, liivale ja kruusale 25%, tardkivikillustikule 10%, KG1 10%. Varutegurite suuruse määramisel on võetud aluseks eelmises lõigus viidatud MKM-ilt ja TJA-lt saadud hinnanguliste mahtude varutegurid. Konsultandi hinnangul on need töö mastaapsust ja määramatust arvestades asjakohased.

Tardkivikillustiku ja KG1 kogused sõltuvad raudteetrassi pikkusest ja on seetõttu hästi ennustatavad, mistõttu on neil väiksem varutegur. Lubja- ja dolokivikillustiku kogused sõltuvad raudteega ristuvate teede ümberehitusest, mis projekteeritakse igal raudteega ristaval teel eraldi ja ei sõltu otseselt raudteetrassi pikkusest. Liiva ja kruusa kogused sõltuvad samuti ristuvate teede ümberehitusest, kuid veelgi olulisemalt raudteetrassi kõrgusest. Raudteetrassi

³⁰ jäme või fraktsioneerimata täitematerjal

³¹ peen või fraktsioneerimata täitematerjal

kõrguse kasvades suurenevad materjali kogustest üksnes mulde mahud, ballasti ja KG1 mahud sellest ei sõltu. Seetõttu on tee alusesse mõeldud lubja- ja dolokivikillustiku ning liiva ja kruusa koguste hindamisel määramatust rohkem, mistõttu on arvestatud suurema varuteguriga.

Pärnu maakonna kogused on võetud eelprojektist ja neile varutegurit lisatud ei ole. Rapla maakonna raudtee materjalikogused on võetud eelprojektist ja on ilma varutegurita, kuid tee materjalikogused on hinnangulised ja lisatud on varutegurid. Harju maakonna kogused on hinnangulised, mistõttu on samuti lisatud varutegurid. Kuna Harjumaal on Rapla ja Pärnu maakonnaga võrreldes tihedam teedevõrk, mis tingib suurema kogujateede ümberehitusvajaduse, on konsultandi hinnangul varutegurite kasutamine Harju maakonna osas igati asjakohane. Samas on varuteguritega arvestamine eelprojektiga katmata piirkondade täpsete koguste kohta andmete puudumisel õigustatud riskide maandamiseks.

Eelnevate selgituste järgi saadud Rail Balticu ehitamiseks vajaminevad maavaravarade kogused on toodud tabelis 6 konstruktsioonide kaupa. Kuna raudteeballasti killustik tuleb eeldatavasti importida, on selle kohta toodud kogused maavara asemel tihendamata killustikule.

Kuna eelprojektiga ei ole täpsustatud uuringu valmimise ajaks ehitusaegu, arvestatakse ehituseks plaanitud ajavahemikuga 2020 – 2026 ning vajaminev kogus jagatakse aastate vahel võrdselt. Selline lähenemine on lihtsaim ja annab arvestades uuringu mastaapsust piisava täpsuse.

Arvestades ehituseks plaanitud aega 2020 – 2026 eristatakse kaevandatav keskmine maht enne Rail Balticu ehitust 2017 - 2019, kaevandatav keskmine maht ehituse ajal 2020 - 2025 (6 aastat) ning hinnanguline seis ehitustegevuse lõppedes 2026 aastal.

Tabel 6 Rail Balticu ehituseks vajaminevad maavaravarude kogused konstruktsiooniti³²

Konstruktsioon	Maavara	Kogus Pärnu, tuh m ³	Kogus Rapla, tuh m ³	Kogus Harju, tuh m ³	Kogus kokku, tuh m ³
Raudteeballast³³	Aluskorra ehituskivi (tardkivikillustik)	765	383	376	1 524
KG1	Ehitusotstarbeline karbonaatkivim	588	292	287	1 166
Tee ja raudtee teenindustee killustikualused	Ehitusotstarbeline karbonaatkivim	255	98	97	450
Raudtee, tee ja raudtee teenindustee mulded	Liiv ja kruus	5 700	3 200	5 600	14 600

3.3.1. Keskmise kaevandatud maht

Võttes aluseks Keskkonnaministeeriumi juhendi „Riiklike huvide kaalumiseks ehitusmaavarade kaevandamis- ja uuringulubade taotluste menetlemisel lähtuvalt varustuskindluse tagatusest“ [8], arvestatakse käesolevas töös hinnangu andmisel viimase viie aasta keskmist kaevandamismahtu. Selline lähenemine eeldab, et kaevandatavad mahud on piirkonniti stabiilsed.

Viimase viie aasta keskmise kaevandamismahu leidmiseks on Maa-ameti Geoportaali maardlate rakenduse juurde loodud lihtsustav tööriist³⁴. Viimast on antud töös kasutatud Rail Balticu teeninduspiirkonna keskmise

³² tegu on maavaradega, mitte maavaradest valmistatud täitematerjalidega

³³ kogused tihendamata killustikule

³⁴ <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver/Maardlate-kaadirakendus-p129.html>

kaevandamismahu leidmisel 2016. a III kvartali lõpu seisuga. Maardlate rakenduse tööriistaga leiti keskmised kaevandatud mahud 1-5 aastat tagasi ja keskmised kaod 1-5 aastat tagasi ning need liideti kokku. Maavara kaoga arvestamine on oluline, kuna kaevandaja deklareeritud kadu või mõnel muul põhjusel maavara bilansis muutunud maavara kogus võib moonutada kaevandatud mahtusid oluliselt.

3.4. Maavara kasutusala

Rail Balticu teeninduspiirkonnas maavara kaevandamiseks antud mäeeraldiste varu koosmõju varustuskindluse tagamisele analüüsi Geoportali maardlate rakenduses maavara kasutusala järgi. Välistati maavarad, millest ei toodeta sidumata kihtides kasutatavaid täitematerjale. Lubja- ja dolokividest eemaldati tehnoloogiline kivi, tsemendilubjakivi ning viimistluskivi. Liivadest eemaldati tehnoloogiline liiv.

3.5. Teeninduspiirkond

Optimaalseks teeninduspiirkonnaks võeti vastavalt lähteülesandele 50 km raadius ümber raudteetrassi ning eraldi tuuakse välja 50 km pikkune veokaugus mäeeraldisest raudteetrassini. 50 km pikkuse veokauguse kriteeriumile viitab ka eelnevalt mainitud Keskkonnaministeeriumi juhend [8].

Antud töös arvestatakse veokaugust mäeeraldisest raudteetrassini. Kauguse määramisel leiti esmalt igale karjäärile linnulennult lähim punkt raudteetrassil, seejärel Google API-t kasutades kaugus karjääri ja raudteetrassi vahel mööda teed linnulennult leitud punktist. Google API arvestab kõiki olemasolevaid teid. Karjäärade veokaugused raudteetrassist on toodud lisas 5.

Haldusjaotust ei võetud arvesse veokauguse leidmisel, kuid hinnang antakse lähtuvalt raudteetrassi paiknemisele kolme maakonna kohta - Pärnumaa, Raplamaa, Harjumaa - eraldi ja kolm maakonda kokku. See tähendab, et Pärnu maakonna kohta hinnangu andmisel on arvestatud osaliselt (50 km piires) Viljandi maakonna maavaradega, Rapla maakonna kohta osaliselt Lääne ja Järva maakonnaga ning Harju maakonna kohta osaliselt Lääne-Viru maakonnaga. Piirnevate maakondadega arvestamine omab kohati marginaalseid mõjusid. Näiteks Lääne-Viru maakonnas asub Rail Balticust 50 km kaugusel linnulennult kaks maardlat, mis moodustab kogu Harju maakonna kohta hinnatavast

varust 1,4%. Samas on võimalik kaugemal asuvate maavara kogustega arvestada madala varustatusega piirkondades. Seda on käesolevas töös ka tehtud. Karjäärade veokauguseid raudteetrassist on kujutatud kaartidel lisas 6.

3.6. Maavara defitsiit

Ehitusmaavarade kasutamise riikliku arengukava 2011-2020³⁵ ja eelnevalt viidatud Keskkonnaministeeriumi juhendi järgi loetakse kriitiliseks olukorda (maavara defitsiit), kui ehitusmaavara jätkub vähem kui 10 aastaks [8, 11]. Antud töös tuuakse indikatsiooniks hinnanguline 10 aasta piir eraldi välja.

3.7. Geoloogiliste uuringute täpsus

Geoloogilised uuringud ei ole maavara tekke eripäradest tingituna kunagi 100% täpsusega, mistõttu ei saa arvel oleva maavara tarbevaru kogusega täielikult arvestada.

Arvestamaks geoloogilistest uuringutest tingitud võimalikku ebatäpsust antakse varustuskindluse hinnang vahemikus, kus geoloogilised uuringud vastavad 100% tegelikkusele ja 80% tegelikkusele. Konsultandi hinnangul katab 80% tõenäosus aktiivse tarbevaru geoloogilise uurituse detailsusega varu hindamisel tekkinud eksimused. 80%-line tõenäosus on eelkõige kogemuslik, mida kasutatakse ka näiteks karbonaatkivimite, savi ja fosforiidi geoloogilistel uuringutel puursüdamiku puuraugust väljatuleku minimaalse nõudena [5].

Uuringuruumides ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varu hindamisel võetakse aluseks uuringuruumi pindala ja keskmise kasuliku kihi eeldatavaks paksuseks konservatiivselt 10 m. Saadud tulemus korrutatakse (aktiivse tarbevaru geoloogilise uurituse detailsusega võrreldes) madalama uurituse tõttu geoloogiliste eripäradega arvestamiseks koefitsiendiga 0,7 (vastab 70% tegelikkusele).

³⁵ http://www.envir.ee/sites/default/files/ehitusmaavarade_kasutamise_riiklik_arengukava_2011-2020.pdf

Uuringuruumides liiva ja kruusa varu hindamisel võetakse aluseks uuringuruumi pindala ja keskmise kasuliku kihi eeldatavaks paksuseks konservatiivselt 2 m ning tulemus korrutatakse geoloogiliste eripäradega arvestamiseks koefitsiendiga 0,7. Kuna üldgeoloogiline uurimistöö täpsus on uuringuruumi suuruse tõttu maavara geoloogilisest uuringust madalam, arvestatakse üldgeoloogiline uurimistöö korral maavaravaru hindamisel uuringuruumi pindala ja keskmise kasuliku kihi eeldatavaks paksuseks konservatiivselt 0,5 m ning tulemus korrutatakse geoloogiliste eripäradega arvestamiseks koefitsiendiga 0,7.

3.8. Muud suuremad ehitusobjektid

Varustuskindluse hindamisel on oluline arvestada lisaks tarbijate nõuetele toorme kvaliteedile ka võimalike muutustega nõudluses. Arvestamaks suurimaid teadaolevaid maanteede, raudteede, sadamate, lennujaamade projekte, hinnatakse, kas viimase viie aasta keskmine kaevandatud maht võiks tõusta intensiivsema ehitustegevuse tagajärjel. Selleks kasutati riigimaanteede teehoiukavasid perioodidest 2010 - 2013³⁶ ja 2014 - 2020³⁷ (muudetud, sisaldab prognoosi 2020-2027), ühtekuuluvuspoliitika fondide rakenduskava 2014 - 2020³⁸, Ramboll Eesti AS 2014 ehitusmaavarade varustuskindluse uuringut³⁹ ja ehitusmaavarade varustuskindluse Maanteeameti objektidele II etapi⁴⁰ uuringut. [12, 13, 14, 15, 16]

Viimase viie aasta kaevandamismahtudega võrreldes võib regiooniti suureneda liiva ja kruusa tarbimine. Seda eelkõige TEN-T⁴¹ maanteevõrgu ehitustöödega, kus prioriteet on neljal trassil – Via Baltica, Tallinn-Tartu-Luhamaa, Tallinn-Narva ja Tallinna Ringtee. Rail Balticu teeninduspiirkonnaga kattuvad nendest peaaegu täielikult Via Baltica ning ülejäänud osaliselt. Muu teeninduspiirkonna

³⁶ <https://www.riigiteataja.ee/aktiis/0000/1330/4993/13307045.pdf#>

³⁷ https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/maantee/thk_2014-2020_muutmine_2016_0.doc

³⁸ <http://www.struktuurifondid.ee/public/Rakenduskava.pdf>

³⁹ https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/2014_0038_ehitusmaavarad-mnt2.pdf

⁴⁰ https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/mava_lopparuanne_231115_uus_erc_0.pdf

⁴¹ <https://ec.europa.eu/inea/en/ten-t>

prognoositav ehitustegevus kuni aastani 2027 ei ole viimase viie aastaga võrreldes oluliselt intensiivsem ning eeldatavalt suuremas koguses ehitusotstarbelist karbonaatkivimi ning liiva ja kruusa ei vaja.

Arvestamaks võimalike muutustega maavara nõudluses, on kasutatud teehoiutööde kava perioodide 2010 - 2013 ja 2014 - 2020 kohta ning indikatsiooni aastateks 2021 - 2027 [12, 13]. Käesoleva töö raames on oluline arvestada Rail Balticu mõjupiirkonda jäävate objektidega. Mõjupiirkonna oluliseks kattuvuseks loetakse käesolevas töös, kui vaadeldava objekti teeninduspiirkond kattub Rail Balticu teeninduspiirkonnaga vähemalt 1/3 ulatuses. Selleks eristati rekonstrueeritavad ja ehitatavad objektid 50 km kaugusel raudteetrassist. Pikemate objektide korral arvestati objekti aadressi trassile lähimat punkti.

Materjali kulu hinnati Maanteeameti objektidele ehitusmaavarade varustuskindluse II etapi uuringu lisas 3 toodud tee ristlõike mahuarvutuste järgi [16, lk 83]. Maanteed eristati uusehitisel ja rekonstrueerimisel maantee klasside põhjal. Maantee klassi hinnati vastavalt 2014. aasta liiklussagedusele ja vajadusel projekteeriti see ehitusaastasest arvestades tee projekteerimise nõudeid. Vajamineva materjali mahud saadi iga objekti pikkuse kohta. Kuna suuremad tee-ehitused kestavad mitu aastat, selekteeriti objektid aastate kaupa 2010 - 2027 ning mitmele aastale jäävad objektid jagati võrdselt aastate vahel. Seejärel eristati eelmises lõigus viidatud loogika järgi aeg enne Rail Balticu ehitust 2010 - 2019 ja ehitusel 2020 - 2027. Mõlema perioodi kohta saadi keskmiselt tarbitud lubjakivikillustiku, liiva ja kruusa kogus. Seejärel võrreldi Rail Balticu ehituse eelsel ajal plaanitud mahtusid ehitusajal plaanitavate mahtudega.

Üldiselt olid plaanitud mahud aastate lõikes suhteliselt stabiilsed. Lubjakivi puhul ilmnas mõningane langustrend. Liiva ja kruusa puhul eristusid aastad 2023 - 2024, kus mitme suure objekti tõttu kasvasid vajaminevad mahud kuni kaks korda. Vajaminevad kogused on arvestades erinevate piirkondade üldiseid kaevandatavaid mahte väga erinevad. Näiteks võib Harju maakonnas olla sama maavara tarbimine kuni neli korda intensiivsem võrreldes Rapla ja Pärnu maakondadega. Seetõttu on teehoiutööde kava alusel saadud mahud arvestatud samuti kolme maakonna vahel. Kirjeldatud materjali kulu arvestuse kohta on toodud ülevaatlik tabel ja graafikud lisas 7.

Kuna lubjakivi tarbimises tõusutrendi näha ei ole, tuginetakse varustuskindluse hinnangu andmisel maavara nõudluses karbonaatse maavara korral

Geoportaalist saadud keskmistele kaevandatud mahtudele koos maavara kadudega. Liiva ja kruusa kohta ilmneb aga tõusutrend, seda eriti aastatel 2023 - 2024. Eristades omavahel kolm piirkonda, ilmnes, et rohkem liiva ja kruusa kulub olulisel määral Pärnu maakonnas ja mõningal määral Harju maakonnas, kuid Rapla maakonnas jällegi vähem. Kuna tegemist on väga kaudse hinnanguga arvestati 25% suurema varuga. Kokkuvõtvalt arvestatakse suurenenud liiva ja kruusa vajadust Rail Balticu ehituse aastateks Pärnumaal 1,86 miljonit m³ ja seejärel oluliselt vähem Harjumaal 0,25 miljonit m³. Raplamaal Rail Balticu ehitamise ajal liiva ja kruusa vajaduse suurenemist ei arvestata. Kuna Pärnumaal on eelnevalt kaevandatavad mahud olnud viie aasta lõikes oluliselt väiksemad kui 1,86 miljonit m³ mõjutab see tuleviku nõudlust oluliselt.

Otsides põhjust aastatel 2023 - 2024 suurenenud täitematerjalide vajadusele Pärnu maakonnas ilmneb teehoiukavast, et sellesse perioodi on plaanitud suuremahulised ehitustööd Tallinn-Pärnu-Ikla maantee Pärnu maakonda jäävas osas: Kernu-Libatse-Are-Nurme möödasoitudalade ehitamine, Libatse ümbersõidu ehitus ja Are ümbersõidu ehitus [13]. Need aastad kattuvad Rail Balticu ehitamisajaga, mis tingib sellel ajal Pärnu maakonnas tavapärasest oluliselt suurema nõudluse liiva ja kruusa järele.

Kohalike omavalitsuste ja RMK teede remondiks ja hoolduseks vajalike materjalide mahtu ei prognoosita käesolevas töös eraldi. Töös „Ehitusmaavarade varustuskindluse Maanteeameti objektidele II etapp“ [16] hinnati kohalike omavalitsuste ehitusmaavarade vajadust küsitlustulemustel ja ekspertarvamuse põhjal. Mõlemal juhul on tegemist hinnangutega, mis ei tugine olemasolevatele numbrilistele andmetele. Tulenevalt asjaolust, et vastavaid numbrilisi väärtuseid ei ole endiselt, eeldatakse käesoleva uuringu tegemisel, et teede remondi- ja hooldustööd on regulaarsed ning kajastuvad viimase viie aasta keskmises kaevandamismahus.

3.9. Tegevuskava

Tegevuskava koostamisel arvestatakse esmajoones, et uusi varusid võetakse kasutusele võimalikult säästlikult nii majanduslikus kui ka keskkonna mõttes. See tähendab, et võimalike kaevandamisalade valimisel eelistatakse suuremat uuritust ja võimalusel mahajäetud karjääri, mis peaks tagama vähem lisauuringuid ja keskkonnakoormust.

Potentsiaalsete kaevandamiskohtadel arvestatakse teadaolevaid kvaliteediandmeid. Juhul, kui selliseid andmeid ei ole (uuringuruumid), võetakse aluseks sama maavara maakonna keskmised näitajad.

Lisas 2 on toodud tegevuskava, mis on suunatud eelkõige käesoleva uuringu tellijale. Seal on toodud tegevuste vastutaja ja partnerid ning antud soovitusi tegevusega kaasneva riskide maandamiseks. Aruandes toodud soovitused on jäetud üldsõnalisemaks. Lisa 2 seostamiseks aruandega on tegevuskavasse lisatud viide aruande peatükile.

3.9.1. Taotletavad mäeeraldised

Uute kaevandamiskohtade otsingul vaadati esmalt taotletavaid mäeeraldisi, hinnati kaevandamisloa taotluste perspektiivi ja maavara kvaliteedi sobivust. Kõikide taotletavate mäeeraldiste kohta on olemas vähemalt geoloogilise uuringu tulemused, mistõttu ei ole vaja kulutada lisaaega ja -resurssi uuringuloa saamiseks ja geoloogilistele uuringutele. Geoloogilise teabe kaudu saab taotletavate mäeeraldiste kvaliteeti hinnata avatud karjääridega samaväärsete näitajate alusel. Kaevandamisloa taotluse perspektiivi hinnates arvestati taotluse menetluse seisu, sellele kulunud aega, menetlemise senist praktikat, taotluse kohta tehtavate otsuste eelnõude korral nende sisu ja kaudselt ühiskonna seisukohta ja kohaliku omavalitsuse meelestatust kaevandamistegevusele. Sellele infole ja teadmisele tuginedes on antud hinnang perspektiiv loa saamiseks.

3.9.2. Mahajäetud karjäärid

Uute kaevandamiskohtade otsingul hinnatakse taotletavate mäeeraldiste järel mahajäetud korrastamata karjääride potentsiaali, seal oleva jääkvaru kaevandamiseks. Mahajäetud karjääride leidmiseks kasutati Keskkonnaministeeriumi tellitud mahajäetud karjääride revisjonide tulemusi⁴².

⁴² <http://www.envir.ee/et/ehitusmaavarade-kasutamise-riiklik-arengukava-2011-2020>

Mahajäetud karjääride korrastamine ehk maa endisel või uuel otstarbel taas kasutuskõlblikuks muutmine on neis karjäärides jäänud tegemata, mistõttu võivad olla ohtlikud või esteetiliselt ebameeldivad (songermaa). Mahajäetud karjääri jääkvaru ammendamine tagab maavara säästva kasutamise ning suunab kaevandamisega rikutud maa kiirema korrastamiseni. Senise praktika järgi on mahajäetud karjääri aladele kaevandamislubade andmine eelistatud. Info olemasolul hinnatakse maavara kvaliteedi sobivust. Kuna mahajäetud karjääride kohta on teave väga ebaühtlane, siis on antav hinnang maavara sobivusele ebamäärasem võrreldes taotletavate mäeeraldiste kohta antud hinnanguga.

3.9.3. Perspektiivsete maardlate maavara

Viimasena hinnatakse avamata maardlate perspektiivi. Perspektiivi hindamisel arvestatakse maardla kasutusvõimalusi olemasoleva teabe põhjal ilma täiendavate geoloogiliste uuringuteta. Kui aga on vaja planeerida täiendavaid geoloogilisi uuringuid, siis tuleks uuritavale maavarale esitada määruse nr 44 põhinõuetest erinevaid täiendavaid nõudeid, mis tõendavad toorme sobivust täitematerjali tootmiseks. Selleks tuleks teha lisakatseid ning plaanida selleks piisav kogus materjali. Katsetamiseks vajalikud minimaalsed kogused on toodud Teede Tehnokeskuse labori juhendis „Laboratoorsete katsetuste läbiviimiseks vajalikud katsekogused“⁴³. Lisakatsed karbonaatse ehituskivi puhul võiksid sisaldada maavarast toodetud killustiku purunemiskindlust katsemeetodil EN 1097-2 ja külmakindlust katsemeetodil EN 1367-1. Liiva ja kruusa puhul tuleks lisaks katsetada filtratsiooni katsemeetoditel EVS 901-20 ja ISO/TS 17892-11 ning peenosiste sisaldust katsemeetodil EN 933-1.

3.9.4. Ajakava

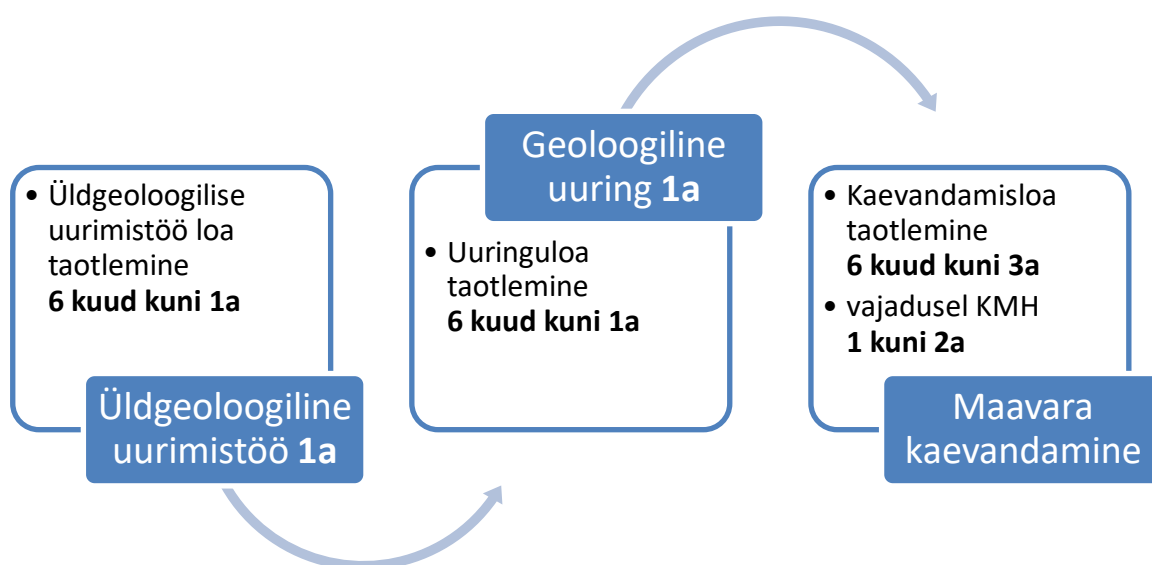
Tegevuskava koostamisel ole püütud hinnata kaevandamiseks lisanduva ala täpset lisandumisaega, vaid kui palju on üldse võimalik varustuskindlust tõsta

⁴³ http://www.teed.ee/wp-content/uploads/2015/05/laboratoorsete-katsetuste-labiviimiseks-vajalikud-katsekogused-2014_c98a.pdf

Rail Balticu ehitamise ajaks eeldusel, et kogu maavara tarbitakse lõpuks ära olenemata selle päritolust või lisandumisajast. Selline lähenemine annab aimu, kas potentsiaalsete plaanitavate geoloogiliste uuringute ja avatavate karjääride realiseerumisel tõuseb varustuskindlus rahuldavale tasemele.

Maardlate kasutusele võtu protsess koos ajakuluga on toodud skeemina järgmisel joonisel.

Joonis 2. Maardlate kasutusele võtu protsessi skeem



Hinnates tegevuskava ajalist kestust, siis **kiireim viis varustuskindluse tõstmiseks on rahuldada menetluses olevad kaevandamisloa taotlused**. See eeldab, et puudub kaevandamisloa andmisest keeldumise alus. **Olenevalt kaevandamisloa taotluse menetluse seisust on see senise praktika järgi aega võtnud 6 kuud kuni 3 aastat**. Alati esineb erandeid, näiteks on taotlusi, mis on olnud menetluses üle kümne aasta, kuid millele ei ole koostatud otsuse eelnõud. Üldiselt menetluse venimisel pikemaks kasvab tõenäosus kaevandamistegevusega mitte alustamiseks.

Mahajäetud karjääri kasutuselevõtuks peab enamasti tegema täiendavad geoloogilisi uuringud. Isegi kui maavara omadused on küllalt selged, tuleb täpsustada maardla ruumiandmeid, eelkõige täpne maavara kogus. Seega tuleb lisaks kaevandamisloa taotluse menetluse kuluva aja juurde arvestada geoloogiliste tööde planeerimiseks ja läbiviimiseks kuluv aeg. Tööde planeerimise

alla käib ka geoloogilise uuringuloo saamisele kuluv aeg. **Arvestades, et mahajäetud karjääride kasutuselevõtmine on prioriteet, siis võib hea planeerimistöö tulemusena saada mahajäetud alad kaevandamiseks ette valmistatud 2 kuni 3 aasta jooksul.**

Olemasolevate maardlate (ilma kaevandamisloa taotluseta) ja uuringualade kasutuselevõtuks võib aega kuluda mõnevõrra rohkem kui mahajäetud karjääride kasutuselevõtuks. **Liiva ja kruusa karjääride avamiseks võib optimaalselt kuluda 3 kuni 4 aastat ning lubja- ja dolokivikarjääride avamiseks kuni 5 aastat.** Eelkõige sõltub kestus keskkonnamõju hindamise vajalikkusest.

Maardlate puudumisel tuleb alustada maavara otsingutega. **Karjääri avamiseks alustades üldgeoloogilisest uurimistööst võib liiva ja kruusa karjääride puhul kuluda 5 kuni 6 aastat, karbonaatkivimikarjääride korral enamgi.**

Maapõueseaduse 01.01.2017 jõustunud redaktsiooni⁴⁴ järgi otsustatakse üldgeoloogilise uurimistöö loa, uuringuloo ja kaevandamisloa andmine aasta jooksul nõuetekohase taotluse saamisest arvates [17, § 32 ja § 52]. See kehtib ka menetlustele, milles on algatatud keskkonnamõju hindamine või loa andja on andnud eelhinnangu tegevuse olulise keskkonnamõju kohta. See tähendab, et menetlustele tuleb ajaline piirang, mis väldib otstarbetult kaua kestvaid menetlusi. Enne 01.01.2017 esitatud loa taotlustele kohaldatakse taotluse menetlusse võtmise ajal kehtinud menetlusõigusnorme [17, § 130].

Eelkirjeldatud printsiibist lähtudes antakse tegevuskava nõrga varustuskindlusega piirkondade aladel varustuskindluse tõstmiseks maakondade kaupa maavarade lõikes. Nagu kirjeldatud, on eelistusjärjekord taotletavad mäeeraldised, mahajäetud karjäärid, olemasolevad maardlad ja uuringualad.

⁴⁴ <https://www.riigiteataja.ee/akt/110112016001>

4. RAUDTEE EHITUSEKS VAJALIKE MATERJALI OMADUSTELE SOBIV MAAVARA

Kuna raudtee ehituseks sobilikele täitematerjalidele Eestis riiklikul tasandil nõudeid kehtestatud pole (nagu tee ehituses), pühendatakse eraldi peatükk raudtee ehituseks vajalike materjali omaduste hindamisele. Selleks hindas konsultant eelmises peatükis kirjeldatud info järgi, milline materjal on sobilik Rail Balticu ehitustöödeks ning andis hinnangu materjali sobivuse kohta erinevates konstruktsiooniosades kasutamiseks.

4.1. Ballast

Eelprojekti järgi on raudteeballasti terastikulise koostise kõrval jämetäitematerjali füüsikalise omadusena vaja hinnata kulumiskindlust Mikro-Devali tegurina (M_{DERB}) standardi EN 1097-1 kohaselt ja killunemiskindlust Los Angeles'e koefitsiendina (LA_{RB}) standardi EN 1097-2 kohaselt (vt peatükk 1.2.1. ja tabel 2). **Raudteeballasti ehitamiseks sobib standardi EN 13450 järgi sertifitseeritud täitematerjal terasuurusega 31,5/63 ja F liigituskategooriaga, kulumiskindluse maksimaalse väärtuse kategooriaga M_{DERB15} ja killunemiskindluse maksimaalse väärtuse kategooriaga LA_{RB12} .**

Mikro-Devali tegurit määratakse raudteeballastile vastavalt standardis EN 13450 „Raudteeballasti täitematerjalid“ normatiivlisas E toodud tingimustele. Los Angeles'e koefitsienti (killunemiskindlus) määratakse raudteeballastile vastavalt standardi EN 1097-2 jaotis 5 ja standardi EN 13450 normatiivlisas C toodud tingimustele.

Põhjamaades ja Eestis on kõige levinumad täitematerjali füüsikaliste omaduste katsetest:

1. Los Angeles – LA standardi EN 1097-2 kohaselt.
2. Nordic-katse – A_N standardi EN 1097-9 kohaselt.

Mikro-Devali, Los Angeles'e ja Nordic katsemeetodites kasutatakse kõigis trumlit, kus materjali lagunemine tekib teraspallide pöörlemisel koos või ilma veeta. Mehaanilised katsemeetodid on empiirilised ja väljendavad materjali vastupidavust purunemisele või kulumisele. Mida väiksem on mikro-Devali tegur, seda kulumiskindlam on materjal. Sama loogika kehtib ka Nordic-katse puhul.

Mida väiksem on Los Angeles'e koefitsient, seda killunemiskindlam materjal on. Mikro-Devali - M_{DE} standardi EN 1097-1 kohane määramine Eestis levinud ei ole, vaid samamoodi põhjamaadele Los Angeles ja Nordic-katse.

Nordic-katse iseloomustab täitematerjali kulumiskindlust, kus madalama maksimaalväärtuse kategooriaga materjalil on suurem vastupanu kulumisele (katse järgi naastrehvide toimele) ja on seega kulumiskindlam. Täitematerjali purunemiskindlust iseloomustab Los Angeles'e katsemeetod, kus madalama Los Angeles'e teguri maksimaalväärtuse kategooriaga materjal on purunemiskindlam. Kõik eelnevalt nimetatud materjali füüsikaliste omaduste iseloomustajad näitavad materjali võimet säilitada oma tugevuslikke omadusi välisjõudude toimele.

Vastavalt Soome Maanteeameti tellitud uuringu tulemustele korreleeruvad kulumiskindluse Nordic-katse ja Micro-Deval testi tulemused tugevalt üksteisega, korrelatsioonitegur (r^2) vahemikus 0,87 ja 0,99 [18]. Kuigi need tulemused näitavad, et täitematerjali kulumiskindluse järgi liigitamiseks võib vajaduse korral Micro-Deval testi asendada Nordic-katsega, ei ole antud uuringus kasutatud raudteeballastile kohaldatud (M_{DERB}) metoodikat. Üldistatult saab järeldada, et mida madalam on kulumiskindlus mikro-Devali katsel, seda madalam on kulumiskindlus Nordic-katsel, killunemiskindlus kui ka purunemiskindlus.

Eesti laborites mikro-Devali katset ei tehta, lähimad kohad on Leedu ja Rootsi. Leedu laborist AB „Problematika“ saadud info põhjal jäävad raudteeballastiks kasutatava graniidi M_{DERB} väärtused vahemikku 4 - 7, mis vastab minimaalselt kulumiskindluse kategooriale M_{DERB} 7, olles selgelt tugevam ballastile esitatud kulumiskindluse maksimaalse väärtuse kategooriast M_{DERB15} . Lubjakivi kulumiskindluse katsetamisel Problematika laboril kogemus puudub. Sama labori kogemusel jäävad raudteeballastiks kasutatava graniidi LA_{RB} väärtused vahemikku 8 - 16, olles keskmiselt 12. Seega keskmine näitaja vastab nõutud killunemiskindluse kategooriale LA_{RB} 12. Problematika labori kogemusel täidab umbes 43% katsetatud tardkivikillustikust LA_{RB} 12 nõude.

Vastavalt Leedu laborilt saadud infole võib hinnanguliselt umbes pool turul olevast tardkivikillustikust mitte vastata LA_{RB} 12 nõudele. Seetõttu tuleb ballastikillustiku hankimisel või tootmisel pöörata rõhku just killunemiskindluse

nõude täitmisele. Eesti tootjatelt saadud toimivusdeklaratsioonide järgi vastab lubjakivi killunemiskindlus kategooriale LA_{RB} 24 või suurem, mis on kaks korda nõrgem, kui LA_{RB} 12 nõue.

Seega silmas pidades ainuüksi killunemiskindluse nõuet, ei sobi Eestis leiduv lubja- ja dolokivi raudteeballasti tootmiseks. Ka eelprojektis välistati karbonaatse killustiku kasutamine. Ballastiks sobilik nõuetele vastav materjal tuleb eeldatavasti importida.

Kindlasti on oluline Eesti katselaborites M_{DERB} katsetamise akrediteerimine. Seda eelkõige selleks, et raudtee ehituse ajal oleks võimalik järelevalve katseid Eestis teha. Eesmärk on vastava kompetentsi loomine laborites. Selleks tuleb kehtestada nõuded raudtee-ehituses kasutatavatele täitematerjalidele ning teavitada sellest ehitusettevõtjaid ja ehitusmaterjalide katselaboreid.

Raudteeballasti tootmiseks võib Eestis leiduvatest maavaradest kivimi tekke mehhanismi ja omaduste järgi sobida ainsana Maardu maardla aluskorra ehituskivi, kus on aktiivset tarbevaru 1 245 062 tuh m^3 . Kuna tänasel päeval selles maardlas tootmine puudub, siis ei ole teada ka kivimist tootmisohjega saavutatavad killustiku omadused (mh killunemiskindlus ja kulumiskindlus).

4.2. Muldkeha kaitsekiht KG1

KG1 terastikulist koostist määratakse EN 933-1 standardi järgi 63 mm kuni 0,063 mm-ni (vt peatükk 1.2.2.). Areomeetri katse standardi ISO 11277⁴⁵ Lisa B järgi saab määrata osakeste suurusel alla 0,02 mm. Kuna areomeetri katse tegemine ei ole nõutud ei geoloogilisel uuringul ega ehitustöödel kasutatavate sidumata ja hüdrauliliselt seotud täitematerjalide standardi EN 13242 kohaste toodete tõendamisel, ei ole selle katse tegemine levinud, mistõttu on raske hinnata 0,02 mm osakeste osakaalu ning selle läbi ka materjali külmakindlust.

⁴⁵ <https://www.evs.ee/tooted/iso-11277-2009>

Lisaks on vajalik hinnata KG1 filtratsiooni katsemeetodil ISO/TS 17892-11. 0/32 täitematerjal kvalifitseerub standardi EN 13242 järgi fraktsioneerimata materjaliks. Sidumata segude standardi EN 13285⁴⁶ punkt 4.4.1 sätestab nõuded terakoostise üldisele sõelkõverale, mis ei sobi KG1 terakoostisega. Seetõttu võib välistada standardi EN 13285 kohased tooted. Määruse nr 74 lisa järgi ei ole fraktsioneerimata täitematerjali standardi EN 13242⁴⁷ kohasel tootel filtratsioonimooduli määramine kohustuslik [1]. Lisaks nõutakse Eestis filtratsioonimooduli määramist katsemeetodil EVS 901-20, mitte katsemeetodil ISO/TS 17892-11.

Seega sobib KG1 ehitamiseks standardi EN 13242 järgi sertifitseeritud täitematerjal terasuurusega 0/32, fraktsioneerimata terastikulise koostisega GA (vt tabel 3), peenosiste sisalduse maksimaalväärtuse kategooriaga f₇, millele on lisaks määratud standard ISO 11277 Lisa B areomeetri katsel alla 0,02 mm läbimõõduga osakeste sisaldus ja filtratsioon $k_{10} \leq 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ($\sim 0,1 \text{ m/ööp}$) katsemeetodil ISO/TS 17892-11.

Viimase kahe omaduse määramine sellistel katsemeetoditel ei ole Eestis nõutud ega levinud. Eesti standardi EVS 901-20 järgi loetakse täitematerjal mittefiltreeruvaks, kui peenosiste sisaldus on suurem kui 8%. Arvestades, et KG1 nõutud peenosiste sisalduse maksimaalväärtuse kategooria on f₇ ehk peenosiste sisaldus ei tohi olla suurem kui 7%, tagab materjali madala filtreeruvuse täitematerjali eriteralisus koos peenosise mõõduka sisaldusega.

Eelprojektis KG1 arvuliselt määratud nõuetele (vt peatükk 1.2.2.) sobiliku täitematerjali tootmiseks Eestis on võimalik kasutada lubja- ja dolokivi ning kruusa. Nende maavarade töötlemisega on võimalik tagada sobilik terakoostis, mis tõenäoliselt tagab ka sobiliku filtratsiooni. Alla 0,02 mm läbimõõduga osakeste sisaldust tuleb täiendavalt kontrollida standardi ISO 11277 Lisa B

⁴⁶ <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-13285-2010>

⁴⁷ <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-13242-2006+a1-2008>

areomeetri katsel ja filtratsiooni katsemeetodil ISO/TS 17892-11. Neid omadusi olemasolevate andmete pealt tõendatult hinnata ei ole võimalik.

Samas on eelprojekti viidatud, et KG1-s kasutatavad täitematerjalid peavad olema külmakindlad, vastupidavad ilmastikule, survele ning mehaanilisele koormusele, kuid omaduse määramismeetodit ja sihtväärtust ei ole toodud. Eesti maavaradest toodetavatel killustikel võib külmakindlus katsemeetodil EN 1367-1 jääda mõningatel juhtudel kõrgeima kategooria F_1 piiresse (pigem kruus), kuid vastab enamasti siiski pigem kategooriale F_2 (pigem lubjakivi). Purunemiskindlus ei ole reeglina parem kui LA_{25} , vastates enim kategooriale LA_{30} . Samuti ei ole Eesti karbonaatkivimitest ja kruusast toodetud killustik kuigi vastupidav kulumisele, ilmastikule ning mehaanilisele koormusele. Võrreldes omavahel karbonaatkivikillustikku ja kruuskillustikku, siis väga üldistatult on kruuskillustik vastupidavam. Kruuskillustiku vastupidavust mõjutab eelkõige kruusa tardkivisisalduse osakaal - mida rohkem tardkivi, seda vastupidavam.

Kuna täpset määramismeetodit ja sihtväärtust ei ole toodud, jäävad hinnangud suhteliseks, mistõttu ei ole võimalik hinnata Eesti maavarast toodetud killustiku lõplikku (katseliselt tõendatud) sobivust raudteekonstruktsioonis KG1. Sobivust hinnatakse olemasolevate andmete alusel, mille järgi Eesti lubja- ja dolokivi ning kruus eeldatavasti sobivad KG1 killustiku tootmiseks. Materjali nõuete täienemisel on võimalik, et karbonaatkivimitest ja kruusast toodetud killustik välistatakse täielikult. Sellisel juhul on võimalik leida lahendus tardkivist täitematerjalide segu näol, mis tagab materjali eriteralisuse, sh vajaliku peenosise sisalduse ja tugevusnõuded.

Käesolevas töös on arvestatud olemasolevate andmetega ja hinnatud, et kruus, lubja- ja dolokivi sobivad suurel määral KG1 tootmiseks. Kuna kruusa varud on reeglina piiratumad lubja- ja dolokivi varudest, siis arvestatakse hinnangu andmisel KG1 tootmiseks sobiliku maavarana lubja- ja dolokivi. Kuna KG1-l ei ole standardseid füüsikalisi ega kestvusnõudeid määratud ei saa tõendatult hinnata lubja- ja dolokivi sobivust maardlate järgi.

Geomeetriliste nõuete täitmiseks tuleb tootmises arendada sobiv töötlemistehnika killustiku purustamiseks ja sõelumiseks. Tõenäoliselt ei saa geomeetriliste nõuete täitmine olenemata toormaterjalist takistuseks ajakohase rikastamistehnika kasutamisel.

KG1 täitematerjalide tõendamiseks soovitab konsultant katsetada lubja- ja dolokivi killustikku (terasuurusega 0/32, fraktsioneerimata terastikulise koostisega GA) KG1-le määratud omaduste järgi alla 0,02 mm läbimõõduga osakeste sisaldust standardi ISO 11277 Lisa B areomeetri katsel, filtratsiooni katsemeetodil ISO/TS 17892-11 ja kulumiskindlust Mikro-Devali EN 1097-1 järgi. Projekteerida KG1-le purunemiskindluse kategooria EN 1097-2 katsemeetodil ja külmakindluse kategooria EN 1367-1 katsemeetodil või veeimavuse kategooria EN 1097-6 katsemeetodil. Juhul, kui lubja- ja dolokivi ei vasta nõuetele, korrata katseid sama terakoostisega kruuskillustikule. Kui ka kruuskillustik ei vasta nõuetele, tuleb leida katseliselt optimaalne tardkivikillustiku segu.

Eestis kasutati näiteks Koidula raudteepiirijaama raudtee ehitusel ballastkillustiku all oleva konstruktsiooni täitematerjalina purustatud kruusa. Ballasti all olevas konstruktsioonikihis on Eestis veel kasutatud filtreeruvat liiva ja jämedat lubjakivikillustikku. Euroopa turul pakutavaid KG1 tooteid valmistatakse nii tard- ja moondekivimist kui karbonaatkivimist.

4.3. Muldkeha

Raudtee muldkehas kasutatavale täitematerjalile on eelprojektis seatud nõue filtratsioonikoefitsiendile $\geq 0,5\text{m/ööpäevas}$ ja osakeste suurusega $<0,1\text{ mm}$ massiprotsendile $\leq 15\%$ ning osakeste suurusega $<0,005\text{ mm}$ massiprotsendile $\leq 2\%$ (vt peatükk 1.2.3.). Seega määratud peavad olema mõlemad nõuded - filtratsioon ja osakeste $0,1\text{ mm}$ ja $0,005\text{ mm}$ osakaal. Eelprojektis viidatud standardid ISO 14688-1 ja ISO 14688-2 kirjeldavad pinnase identifitseerimist ja liigitamist ning materjalidele iseenesest nõudeid ei sea.

Arvestades, et geoloogilisi uuringuid tehakse reeglina üks kord ja täitematerjali peenosise sisaldust on sertifitseeritud tootmisohje järgi vaja kontrollida igal tootmisnädalal, on toodetud materjali deklareeritud omadused igal juhul usaldusväärsemad. Kuid arvestades, et deklaratsioone esitati kõigest 46% karjäärade kohta jääks sellise valimi põhjal arvestamata üle poole karjääridest. See muudaks järeldused ebatäpseteks. Seetõttu tuleb aluseks võtta geoloogiliste uuringute andmed.

Kuna Eestis 0,1 mm sõela geoloogilistel uuringutel ega toote omaduste määramisel ei kasutata, tuleb seda hinnata kaudselt. Osakeste suurusega 0,1 mm osakaalu saab liivale ja kruusale tuletada geoloogilisel uuringul kasutatava GOST 8735-88⁴⁸ sõela 0,05 mm järgi või EN 933-1 sõela 0,063 mm järgi.

Kuna liiva ja kruusa geoloogilisel uuringul oli määruse nr 44 järgi kohustus määrata sõela 0,05 mm läbind, saab seda kasutada hinnangu andmisel. Arvestades, et 0,05 mm sõela läbind on kindlasti väiksem 0,1 mm sõela läbindist, saab tuletada, et geoloogilisel uuringul määratud 0,05 mm sõela läbind on samuti väiksem kui 15%.

Muldkehale seatud terastikulise koostise nõuete järgi sobivad standardite EN 13242 ja EN 13285 kohased tooted. Standardite EN 13242 ja EN 13285 toodetel on määruse nr 74 lisa järgi kohustus deklareerida peenosiste 0,063 mm sisaldust [1]. Kuna 0,063 mm sõela läbind on kindlasti väiksem 0,1 mm sõela läbindist, saab tuletada, et muldkehas kasutatava materjali peenosiste sisaldus peab vastama standardi EN 13242 järgi kategooriale f_{15} või standardi EN 13285 järgi kategooriale UF_{15} .

Sõela 0,005 mm läbindit ei iseloomusta ei geoloogilisel uuringul kasutatav väikseim sõel 0,05 mm ega EN 933-1 järgne väikseima avaga sõel 0,063 mm. Areomeetri katse standardi ISO 11277 Lisa B järgi määratakse osakeste suurused alla 0,02 mm, 0,006 mm ja 0,002 mm. 0,005 mm läbindit iseloomustab areomeetri katse vastavalt GOST 12536-79⁴⁹. Kuna areomeetri katse tegemine ei ole nõutud ei geoloogilisel uuringul ega EN 13242 ja EN 13285 kohaste toodete tõendamisel ei ole selle katse tegemine levinud, mistõttu ei ole võimalik hinnata 0,005 mm osakeste osakaalu.

⁴⁸ <http://www.gosthelp.ru/gost/gost1317.html>

⁴⁹ <http://gostexpert.ru/data/files/12536-79/0046ccdc699d0ce64191bbe4387a1fc.pdf>

Seega on muldkeha nõuded arvestades võimalik hinnata EN 13285 või EN 13242 kohaseid tooteid eelkõige peenosiste sisalduse ja filtratsioonimooduli kaudu. **Muldkeha ehitamiseks sobib standardi EN 13242 järgi sertifitseeritud täitematerjal peene terastikulise koostisega G_F või fraktsioneerimata terastikulise koostisega G_A . Peenosiste sisaldus peab vastama kategooriale f_{15} ⁵⁰, millele on lisaks määratud standard GOST 12536-79 areomeetri katsel alla 0,005 mm läbimõõduga osakeste sisaldus ja filtratsioon $k_{10} \geq 0,5$ m/ööp katsemeetodil ISO/TS 17892-11.** Ainuke erinevus standardil EN 13285 standardist EN 13242 on peenosiste sisalduse kategooria tähistus, milleks on UF_{15} .

Määruse nr 74 järgi on filtratsioonimooduli määramine katsemeetodil EVS 901-20 kohustuslik materjalile, mida kasutatakse täitematerjalina dren kihis ning kaevetööde tagasitäites katte pinnast kuni 2 meetri sügavuses ja muldkeha töökihis [1]. Kahjuks ei õnnestunud antud töö raames leida ühtegi vastavat toimivusdeklaratsiooni. Konsultandi kogemusel koostatakse tavapäraselt toimivusdeklaratsioonid ehitustöödel kasutatava sidumata ja hüdrauliliselt seotud täitematerjali kohta, eristades üksnes fraktsioone. Katendi sidumata ja hüdrauliliselt seotud kihtides kasutataval fraktsioneerimata täitematerjalil ja peentäitematerjalil filtratsioonimooduli määramise nõuet ei ole.

Eestis on võimalik eelprojektis muldkehale määratud nõuetele vastava täitematerjali tootmiseks kasutada liiva ja kruusa, kuid sobiliku töötlemise tagajärjel võib kõne alla tulla ka lubja- ja dolokivi osaline kasutamine. Nende maavarade töötlemisega on võimalik toota täitematerjale kuni 15% peenosiste sisaldusega ja sobiliku filtratsiooniga. Alla 0,005 mm läbimõõduga osakeste sisaldust tuleb täiendavalt kontrollida standardi GOST 12536-79 areomeetri katsel ja filtratsiooni katsemeetodil ISO/TS 17892-11. Neid omadusi olemasolevate andmete pealt tõendatult hinnata ei ole võimalik.

⁵⁰ Standardi EN 13242 peenosiste sisalduse kategooria fraktsioneerimata materjalil on f_{15} ja peenmaterjalil f_{16} .

Eesti maavaradest toodetavatel muldematerjalidel jääb peenosiste sisaldus enamjaolt kategooria f_{15} piiresse, kuid filtratsioonimooduli 0,5 m/ööp nõude stabiilse täitmisega on raskusi. Kuna puuduvad uuringud⁵¹ filtratsiooni katsemeetodi ISO/TS 17892-11 ja EVS 901-20 omavahelise seose leidmiseks, ei ole võimalik hinnata korrelatsiooni kahe uurimismeetodi vahel. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse Geotehnika labor tegi 2016. aasta detsembris omal initsiatiivil ühekordse võrdluskatse filtratsiooni määramiseks katsemeetodite ISO/TS 17892-11 ja EVS 901-20 vahel. Tulemuseks saadi ISO/TS 17892-11 katsemeetodil 15,9 m/ööp ja EVS 901-20 katsemeetodil 6 m/ööp. Tulemused erinevad rohkem kui kaks ja pool korda [19]. Põhjuseid selleks on mitmeid, kuid kindel on, et katsemeetodi ISO/TS 17892-11 levikuks täitematerjalide tootmise järelevalvesse kulub aega. Olenevalt teavitustööst võib turu reageerimisele aega kuluda pool aastat kuni aasta.

Tallinna Tehnikaülikooli Teedeinstituudi 2013. a. läbiviidud uuringu tulemuste põhjal võib väita, et pinnase filtratsioonimoodul määratuna standardi EVS 901-20 järgi jääb tõenäoliselt alla 1,5 m/ööp, kui mölli/peenoste ($<0,063$ mm) sisaldus pinnases on suurem kui 3%. Samuti, kui proovi peenosiste sisaldus (0,063 mm) on suurem kui 8%, siis on filtratsioonimoodul $<0,1$ m/ööp ning selliseid proove võib lugeda mittefiltreeruvaks. Samas uurimustöös on järeldatud, et pinnase filtratsioonimoodul jääb alla 0,5 m/ööp, kui mölli ($<0,06$ mm) sisaldus pinnases on suurem kui 7%. Materjali filtratsioonimoodul sõltub ikkagi kogu terastikulisest koostisest ja suuremat mõju avaldavad peenemate ($<0,5$ mm) sõelte läbindid, millest omakorda mõjutab kõige enam peenosiste sisaldus (sõela 0,063 mm läbind) ning nende peenosiste savisisaldus. Seega võib alati esineda erandeid, kus suhteliselt suure peenosiste sisaldusega materjal omab üsna rahuldavat filtratsioonimoodulit. [10]

⁵¹ OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus on 2011. a uurinud täitematerjali filtratsiooniomaduste määramist, kus ühe meetodina oli sees ka ISO/TS 17892-11, kuid 2011. a ei rakendatud meetodit EVS 901-20

Käesolevas töös on materjali filtratsioonivõime kui peamise muldkeha materjali omaduse näitaja kohta hinnang antud peenosise sisalduse põhjal. Siinkohal tuleb rõhutada, et materjali omaduste ja seeläbi selle raudtee muldkeha ehitamise sobivuse tõendamiseks tuleb ikkagi sooritada standardijärgsed katsed.

5. EHITUSMAAVARADE VARUSTUSKINDLUS PERIOODIL 2017 – 2027

Antud peatükis analüüsitakse, kas trassikoridori puhvertsooni jäävates karjäärides on piisavas mahus ja kvaliteedis vajalikku ressursi. Varustuskindluse hinnang antakse tinglikus teeninduspiirkonnas eeldatavalt sobiliku maavara jätkumisele. Rail Balticu teeninduspiirkonnaks on esmalt võetud 50 km raudteetrassist linnulennult ja seejärel arvestades veokaugust. Seejärel antakse piirkondlike eripärade tõttu hinnang Pärnu, Rapla ja Harju maakonna kohta eraldi. Iga hinnangu kohta koostatakse eraldi tabel.

Sobivateks maavaradeks arvestatakse varustuskindluse hinnangus aluskorra ehituskivi, ehitusotstarbelist karbonaatkivimit ning liiva ja kruusa. Sobiliku materjali kättesaadavust hinnatakse aastate kaupa perioodil 2017 – 2027. Järgnevalt hinnatakse varustuskindlust olemasolevate kaevandavate varude põhjal eeldusel, et olemasolevad kaevandamiseks antud varud ammendatakse täielikult. See tähendab, et uusi varusid ei lisandu ja olemasolevate kaevandamislubade kehtivusaega vajadusel pikendatakse kuni maavara ammendumiseni.

5.1. Aluskorra ehituskivi

Kui Maardu graniidikaevandus või Maardu II graniidikaevandus avatakse Rail Balticu ehitamise ajaks ja toodetud killustiku sobivus tõendatakse laboris, on varustuskindlus Rail Balticu varustamiseks raudteeballastiga tagatud, kuna ainuüksi 0,1% aluskorra ehituskivi aktiivsest tarbevarust piisaks vajamineva 1 123 tuh m³ ballastikillustiku tootmiseks. Samuti piisaks 0,3% Maardu graniidikaevanduse taotletavast 486 362 tuh m³ suurusest varust. Seega on potentsiaalne varustuskindlus ballastikillustiku tootmiseks Maardu aluskorra ehituskivist olemas.

Kuna Rail Balticu ehituse ajalisest graafikust lähtuvalt ei ole võimalik potentsiaalset Maardu aluskorra kivi kasutada, tuleb raudteeballasti ehitamiseks vajalik täitematerjal importida. Välja kujunenud praktika on transportida selline materjal Eestile lähimatest tootmiskohtadest Soomest ja Rootsist. Senise praktika järgi on tardkivikillustiku importimine erinevate objektide tarvis hästi toiminud. Rail Balticu puhul

on oluline jälgida imporditava tardkivikillustiku vastavust nõudele LA_{RB}12.

Soome riigi täitematerjalide toodangu aastamaht on umbes 85 miljonit t, millest purustatud kalju (*crushed rock*) moodustab 50 miljonit t ning ülejäänud kruus ja liiv [20]. Soome turujaotus on väga killustatud - kaks ettevõtet toodavad rohkem kui 10 miljonit tonni aastas. Üks on Rudus⁵² ja teine on Lemminkäinen⁵³. Mõlemad firmad on esindatud ka Eestis. Järgmised 10 suurimat ettevõtet toodavad aastas 1 - 5 miljonit tonni täitematerjale.

Rootsi aastamaht jääb Soomega samasse suurusjärku (80 miljonit t), kuid purustatud kalju osakaal võrreldes Soomega on suurem, 65 miljonit t. Aastal 2014 oli Rootsis 1 376 täitematerjali tootvat karjääri, keskmise toodanguga 56 tuh t [21]. Soomes ja Rootsis asendatakse kruusa ja liiva purustatud kaljuga, kuna kruusa ja liiva varud on piiratud.

Arvestades raudteeballasti keskmiseks puistetiheduseks 1,6 t/m³ saame Rail Balticule kuluva 1,5 miljoni m³ kaaluks tonnides 2,4 miljonit t. See moodustab ligikaudu 4 - 5% Soome või Rootsi aastasest kogutoodangust. Eesti turul pakutakse raudteeballasti killustikku Inkoo karjäärist. Eesti aastane ballasti tarbimismaht sõltub raudtee ehituse objektide arvust ja on seega aastati väga erinev, kuid on viimastel aastatel olnud umbes 100 tuh t.

5.2. Ehitusotstarbeline karbonaatkivim

Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi all vaadeldakse kasutusala järgi kõrge ja madalamargilist ehituslubjakivi ja ehitusdolokivi, millest saab toota killustikku külmakindluse kategooriaga F₄ ja purunemiskindluse kategooriaga LA₃₀ või LA₃₅.

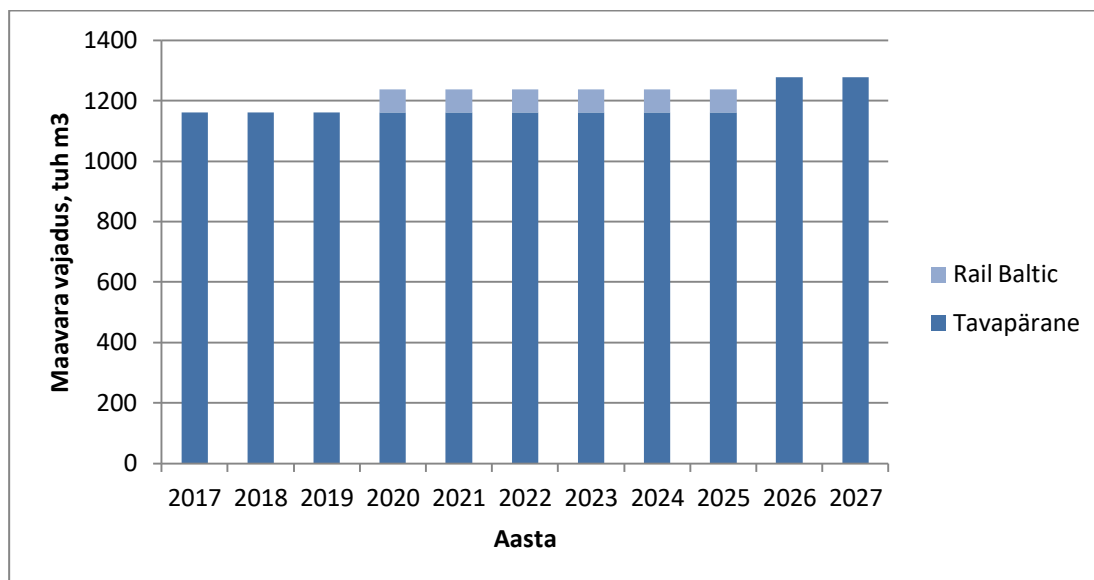
Rail Balticu ehituseks kuluv ehitusotstarbelise karbonaatkivimi keskmine vajadus Rail Balticu teenindusalas aastatel 2017 - 2027 on toodud joonistel 3 ja 4. Rail Balticu ehituseks kuluv materjal on joonisel arvestatud ilma KG1 ehitamiseta

⁵² <http://rudus.ee/graniitkillustik/raudtee/>

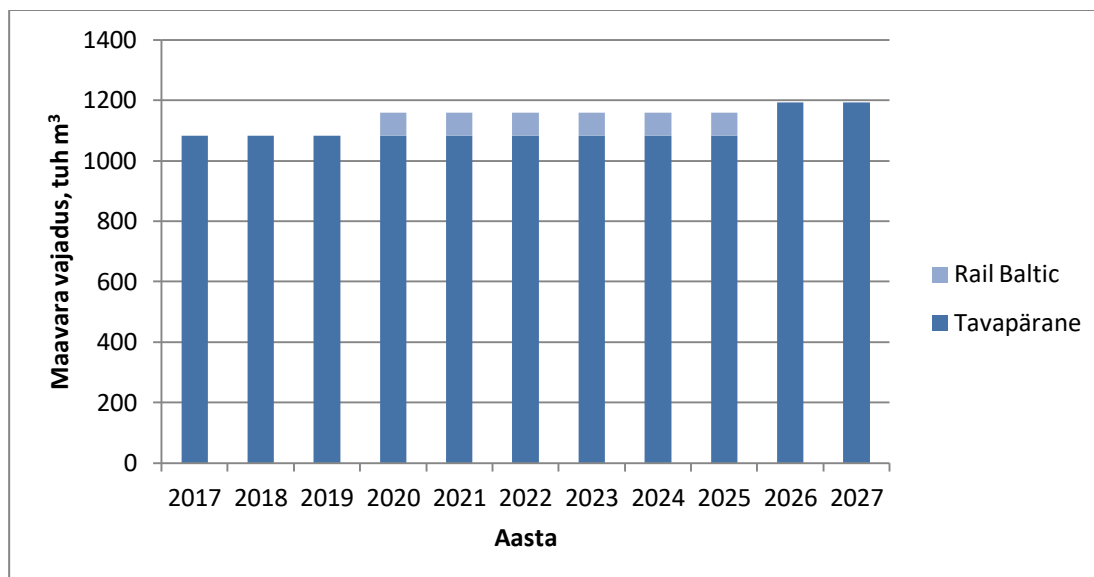
⁵³ <http://www.lemminkainen.com/infrastructure-construction/mineral-aggregates/railway-ballast/>

karbonaatkivikillustikust. Võrreldes muu tarbimisega moodustab Rail Balticu maht väga väikese osa ning varustuskindlust eeldatavasti oluliselt ei mõjuta.

Joonis 3. Ehitusotstarbelise LA₃₅ karbonaatkivimi keskmine vajadus 2017-2027⁵⁴



Joonis 4. Ehitusotstarbelise LA₃₀ karbonaatkivimi keskmine vajadus 2017-2027⁵⁵



⁵⁴ <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver/Maardlate-kaadirakendus-p129.html>

⁵⁵ <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver/Maardlate-kaadirakendus-p129.html>

5.2.1. Kogu teeninduspiirkond

Kogu teeninduspiirkonnas arvestatud ehitusotstarbelise karbonaatkivimi mäeeraldised on toodud lisas 8.

Tabel 7. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus teeninduspiirkonnas

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	30505	24404	25,2	20,1	11608	9286	10,2	8,2
2018	29343	23475	24,0	19,2	10524	8419	9,2	7,4
2019	28181	22545	22,9	18,4	9440	7552	8,2	6,6
2020	26945	21556	21,8	17,4	8281	6625	7,1	5,7
2021	25708	20566	20,8	16,6	7122	5698	6,1	4,9
2022	24471	19577	19,8	15,8	5964	4771	5,1	4,1
2023	23234	18587	18,8	15,0	4805	3844	4,1	3,3
2024	21997	17598	17,8	14,2	3646	2917	3,1	2,5
2025	20760	16608	16,8	13,4	2487	1990	2,1	1,7
2026	19482	15586	15,8	12,6	1295	1036	1,1	0,9
2027	18204	14563	14,2	11,4	103	82	0,1	0,1

Tabeli 7 järgi on LA₃₅ killustiku (vasakpoolne tabeliosa) tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi kogu teenindusala varustuskindlus uuringu tegemise hetkel vahemikus 20 - 25 aastat ning Rail Balticu ehitamise alguses vahemikus 17 - 22 aastat. Samuti ei lange eeldatavalt varustuskindlus alla kriitilise 10 aasta piiri ehituse lõppedes 2027 aastal. LA₃₀ killustiku (parempoolne tabeliosa) tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on oluliselt madalam, olles uuringu tegemise hetkel vahemikus 8 - 10 aastat, Rail Balticu ehitamise alguses vahemikus 6 - 7 aastat ja ehituse lõppedes on selline kivi praktiliselt ammendunud.

Kogu teeninduspiirkonnas 50 km veokaugusel arvestatud ehitusotstarbelise karbonaatkivimi mäeeraldised on toodud lisas 9.

Tabel 8. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus teeninduspiirkonnas 50 km veokaugusega

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	26973	21579	23,4	18,7	11608	9286	10,2	8,2
2018	25870	20696	22,3	17,8	10524	8419	9,2	7,4
2019	24766	19813	21,2	16,9	9440	7552	8,2	6,6
2020	23588	18870	20,0	16,0	8281	6625	7,1	5,7
2021	22409	17927	19,0	15,2	7122	5698	6,1	4,9
2022	21231	16984	18,0	14,4	5964	4771	5,1	4,1
2023	20052	16042	17,0	13,6	4805	3844	4,1	3,3
2024	18873	15099	16,0	12,8	3646	2917	3,1	2,5
2025	17695	14156	15,0	12,0	2487	1990	2,1	1,7
2026	16481	13185	14,0	11,2	1295	1036	1,1	0,9
2027	15267	12214	12,6	10,1	103	82	0,1	0,1

Tabelis 8 on jäetud analüüsi need karjäärid, mille hinnanguline veokaugus mööda teid Rail Balticu raudteerassist ei ületa optimaalseks veokauguseks peetavat 50 km. Arvestades veokaugust väheneb LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi kogu teenindusala varustuskindlus umbes kahe aasta võrra, kuid ei lange eeldatavalt alla kriitilise 10 aasta piiri ehituse lõppedes 2027 aastal. LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlust veokauguse arvestamine ei mõjuta.

Tabelis 9 on arvestatud, et karbonaatkivimist toodetud killustikku kasutatakse nii tee-ehituses kui ka KG1 ehitamiseks. Selle järgi on LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi kogu teenindusala varustuskindlus uuringu tegemise hetkel vahemikus 18 - 23 aastat (2 aastat vähem võrreldes ilma KG1) ning Rail Balticu ehitamise alguses vahemikus 15 - 19 aastat. Samuti ei lange eeldatavalt varustuskindlus alla kriitilise 10 aasta piiri ehituse lõppedes 2027 aastal, kuid võib langeda selle lähedale. LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on oluliselt madalam, olles uuringu tegemise hetkel vahemikus 7 - 9 aastat (1 aasta vähem võrreldes ilma KG1), Rail Balticu ehitamise alguses vahemikus 5 - 6 aastat ja ammendudes ehituse lõpuks.

Tabel 9. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus teeninduspiirkonnas KG1 ehitamisel karbonaatkivimist

	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	30522	24418	22,8	18,2	11625	9300	9,2	7,4
2018	29360	23488	21,4	17,1	10541	8433	8,1	6,5
2019	28198	22559	20,1	16,1	9457	7566	7,1	5,7
2020	26767	21414	18,7	15,0	8104	6483	6,0	4,8
2021	25336	20269	17,7	14,2	6750	5400	5,0	4,0
2022	23904	19123	16,7	13,4	5397	4318	4,0	3,2
2023	22473	17978	15,7	12,6	4044	3235	3,0	2,4
2024	21041	16833	14,7	11,8	2690	2152	2,0	1,6
2025	19610	15688	13,7	11,0	1337	1070	1,0	0,8
2026	18332	14666	12,8	10,2	145	116	0,1	0,1
2027	17054	13643	13,3	10,7	0	0	0,0	0,0

Tabel 10. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus teeninduspiirkonnas KG1 ehitamisel karbonaatkivimist 50 km veokaugusega

	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	26990	21592	21,0	16,8	11625	9300	9,2	7,4
2018	25887	20709	19,7	15,8	10541	8433	8,1	6,5
2019	24783	19827	18,5	14,8	9457	7566	7,1	5,7
2020	23410	18728	17,0	13,6	8104	6483	6,0	4,8
2021	22037	17630	16,0	12,8	6750	5400	5,0	4,0
2022	20664	16531	15,0	12,0	5397	4318	4,0	3,2
2023	19291	15433	14,0	11,2	4044	3235	3,0	2,4
2024	17918	14334	13,0	10,4	2690	2152	2,0	1,6
2025	16545	13236	12,0	9,6	1337	1070	1,0	0,8
2026	15331	12265	11,2	8,9	145	116	0,1	0,1
2027	14117	11294	11,6	9,3	0	0	0,0	0,0

Arvestades veokaugust ja KG1 tootmist karbonaatkivikillustikust väheneb tabeli 10 järgi LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise

karbonaatkivimi kogu teenindusala varustuskindlus umbes aasta võrra, võides langeda alla kriitilise 10 aasta piiri ehituse lõppjärgus alates aastast 2025. LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus veokauguse arvestamine ei mõjuta, see on jätkuvalt kriitiline.

Kokkuvõtvalt ei mõjuta optimaalse veokaugusega arvestamine või mitteamvestamine oluliselt kogu teeninduspiirkonna ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlust. Arvestades ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varusid, on LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus teeninduspiirkonnas uuringu tegemise hetkel rahuldav, kuid LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on kriitilise piiri lähedal.

5.2.2. Teeninduspiirkonna Pärnu maakonna osa

Tabel 11. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus Pärnu maakonnas

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	3422	2738	23,3	18,6	3268	2615	29,6	23,7
2018	3303	2643	21,8	17,4	3186	2549	27,7	22,1
2019	3185	2548	20,3	16,3	3104	2483	25,9	20,7
2020	3023	2419	18,8	15,0	2980	2384	23,9	19,1
2021	2862	2290	17,8	14,2	2855	2284	22,9	18,3
2022	2701	2161	16,8	13,4	2730	2184	21,9	17,5
2023	2540	2032	15,8	12,6	2606	2085	20,9	16,7
2024	2379	1903	14,8	11,8	2481	1985	19,9	15,9
2025	2217	1774	13,8	11,0	2357	1885	18,9	15,1
2026	2087	1669	12,9	10,4	2267	1813	18,2	14,6
2027	1956	1565	15,0	12,0	2176	1741	24,1	19,3

Tabeli 11 järgi on nii LA₃₅ kui ka LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi teenindusala Pärnu maakonna osa varustuskindlus üle kriitilise 10 aasta piiri kogu järgmise kümne aasta jooksul. 2027 aasta varustuskindluse tõus võrreldes 2026 aastaga on tingitud eeldusel, et

projektid lõppevad õigeaegselt ning suuremaid projekte ei lisandu vaid taastuvad samaväärsed tarbitavad mahud enne aastat 2020.

Tabel 12. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus Pärnu maakonnas 50 km veokaugusega

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	3268	2615	29,6	23,7	3268	2615	29,6	23,7
2018	3186	2549	27,7	22,1	3186	2549	27,7	22,1
2019	3104	2483	25,9	20,7	3104	2483	25,9	20,7
2020	2980	2384	23,9	19,1	2980	2384	23,9	19,1
2021	2855	2284	22,9	18,3	2855	2284	22,9	18,3
2022	2730	2184	21,9	17,5	2730	2184	21,9	17,5
2023	2606	2085	20,9	16,7	2606	2085	20,9	16,7
2024	2481	1985	19,9	15,9	2481	1985	19,9	15,9
2025	2357	1885	18,9	15,1	2357	1885	18,9	15,1
2026	2267	1813	18,2	14,6	2267	1813	18,2	14,6
2027	2176	1741	24,1	19,3	2176	1741	24,1	19,3

Arvestades veokaugust tõuseb tabeli 12 järgi LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi teenindusala Pärnu maakonna osa varustuskindlus 5 - 7 aasta võrra. See on tingitud väljaspool veokaugust olevate karjäärade suurematest kaevandamismahtudest. LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus veokauguse arvestamine ei mõjuta.

Arvestades KG1 tootmist karbonaatkivikillustikust on tabeli 13 järgi nii LA₃₅ kui ka LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi teenindusala Pärnu maakonna osa varustuskindlus üle kriitilise 10 aasta piiri kuni Rail Balticu ehituse alguseni. LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus langeb alla kriitilise 10 aasta piiri vahemikus 2020 - 2022 ja LA₃₀ killustikul aasta jagu hiljem vahemikus 2021 - 2023. Varustuskindlus tõuseb mõnevõrra ehituse lõppedes eeldusel, et taastuvad vajaminevad mahud enne ehitust.

Tabel 13. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus Pärnu maakonnas KG1 ehitamisel karbonaatkivimist

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	3422	2738	16,1	12,9	3268	2615	18,6	14,9
2018	3303	2643	14,5	11,6	3186	2549	16,7	13,3
2019	3185	2548	13,1	10,5	3104	2483	15,0	12,0
2020	2925	2340	11,3	9,0	2882	2305	12,9	10,4
2021	2666	2133	10,3	8,2	2659	2127	11,9	9,6
2022	2407	1926	9,3	7,4	2436	1949	10,9	8,8
2023	2148	1718	8,3	6,6	2214	1771	9,9	8,0
2024	1889	1511	7,3	5,8	1991	1593	8,9	7,2
2025	1629	1303	6,3	5,0	1769	1415	7,9	6,4
2026	1499	1199	5,8	4,6	1679	1343	7,5	6,0
2027	1368	1094	10,5	8,4	1588	1271	17,6	14,1

Tabel 14. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus Pärnu maakonnas KG1 ehitamisel karbonaatkivimist 50 km veokaugusega

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	3268	2615	18,6	14,9	3268	2615	18,6	14,9
2018	3186	2549	16,7	13,3	3186	2549	16,7	13,3
2019	3104	2483	15,0	12,0	3104	2483	15,0	12,0
2020	2882	2305	12,9	10,4	2882	2305	12,9	10,4
2021	2659	2127	11,9	9,6	2659	2127	11,9	9,6
2022	2436	1949	10,9	8,8	2436	1949	10,9	8,8
2023	2214	1771	9,9	8,0	2214	1771	9,9	8,0
2024	1991	1593	8,9	7,2	1991	1593	8,9	7,2
2025	1769	1415	7,9	6,4	1769	1415	7,9	6,4
2026	1679	1343	7,5	6,0	1679	1343	7,5	6,0
2027	1588	1271	17,6	14,1	1588	1271	17,6	14,1

Arvestades veokaugust ja KG1 tootmist karbonaatkivikillustikust tõuseb tabeli 14 järgi LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi

teenindusala Pärnu maakonna osa varustuskindlus kuni 3 aasta võrra, langedes alla kriitilise 10 aasta piiri vahemikus 2021 - 2023. Endiste kaevandamismahtude taastumisel tõuseb ka varustuskindlus ehitamisjärgselt. Varustuskindluse mõningane suurenemine on tingitud asjaolust, et väljaspool 50 km veokaugust olevates karjäärides on suurem keskmine kaevandamismaht kui veokauguse piires olevatel karjääridel. LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus veokauguse arvestamine ei mõjuta ja see langeb alla kriitilise piiri veokaugusest sõltumata.

Kokkuvõtvalt ei mõjuta teeninduspiirkonna Pärnumaa osa ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlust optimaalne veokaugus halvemaks. Arvestades ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varusid, on ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus teeninduspiirkonna Pärnumaa osas rahuldav kümne aasta perspektiivis. Juhul, kui KG1 ehitatakse karbonaatkivimist toodetud killustikust, suurenevad vajaminevad kogused sedavõrd, et ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus teeninduspiirkonna Pärnumaa osas langeb kriitilise piiri lähedale vahemikus 2020 - 2023.

5.2.3. Teeninduspiirkonna Rapla maakonna osa

Tabel 15. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus Rapla maakonnas

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	9990	7992	65,1	52,1	3561	2849	31,7	25,4
2018	9847	7878	63,4	50,7	3459	2768	30,3	24,3
2019	9705	7764	61,8	49,4	3358	2686	29,0	23,2
2020	9546	7637	60,0	48,0	3240	2592	27,5	22,0
2021	9387	7509	59,0	47,2	3123	2498	26,5	21,2
2022	9228	7382	58,0	46,4	3005	2404	25,5	20,4
2023	9069	7255	57,0	45,6	2888	2310	24,5	19,6
2024	8910	7128	56,0	44,8	2770	2216	23,5	18,8
2025	8751	7001	55,0	44,0	2652	2122	22,5	18,0
2026	8594	6875	54,1	43,2	2541	2033	21,6	17,3
2027	8437	6750	53,8	43,0	2429	1943	21,8	17,4

Tabeli 15 järgi on nii LA₃₅ kui ka LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi teenindusala Rapla maakonna osa varustuskindlus üle kriitilise 10 aasta piiri kogu järgmise kümne aasta jooksul. Kuna Rapla maakonnas on võrreldes Pärnumaaga ehitusele kuluva kogused väiksemad ja keskmised kaevandamismahud mõnevõrra suuremad, ei esine 2027 aasta varustuskindluse olulist tõusu võrreldes 2026 aastaga.

Tabel 16. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus Rapla maakonnas 50 km veokaugusega

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega a	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	6612	5290	50,1	40,1	3561	2849	31,7	25,4
2018	6491	5193	48,5	38,8	3459	2768	30,3	24,3
2019	6370	5096	47,0	37,6	3358	2686	29,0	23,2
2020	6233	4986	45,4	36,3	3240	2592	27,5	22,0
2021	6095	4876	44,4	35,5	3123	2498	26,5	21,2
2022	5958	4767	43,4	34,7	3005	2404	25,5	20,4
2023	5821	4657	42,4	33,9	2888	2310	24,5	19,6
2024	5683	4547	41,4	33,1	2770	2216	23,5	18,8
2025	5546	4437	40,4	32,3	2652	2122	22,5	18,0
2026	5413	4330	39,4	31,5	2541	2033	21,6	17,3
2027	5280	4224	39,7	31,7	2429	1943	21,8	17,4

Arvestades veokaugust väheneb tabeli 16 järgi LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi teenindusala Rapla maakonna osa varustuskindlus oluliselt, 12 - 15 aasta võrra, kuid ei lange sellegipoolest endiselt alla kriitilise 10 aasta piiri kümne aasta jooksul. Veokauguse arvestamine LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlust ei mõjuta.

Tabeli 17 järgi on LA₃₅ kui ka LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi teenindusala Rapla maakonna osa varustuskindlus üle kriitilise 10 aasta piiri kogu järgmise kümne aasta jooksul ka juhul, kui KG1 ehitatakse lubjakivikillustikust.

Tabel 17. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus Rapla maakonnas KG1 ehitamisel karbonaatkivimist

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	9990	7992	53,7	43,0	3561	2849	24,6	19,7
2018	9847	7878	51,0	40,8	3459	2768	22,8	18,2
2019	9705	7764	48,4	38,7	3358	2686	21,1	16,9
2020	9497	7598	45,7	36,6	3192	2553	19,2	15,4
2021	9289	7432	44,7	35,8	3025	2420	18,2	14,6
2022	9082	7265	43,7	35,0	2859	2287	17,2	13,8
2023	8874	7099	42,7	34,2	2693	2154	16,2	13,0
2024	8667	6933	41,7	33,4	2527	2021	15,2	12,2
2025	8459	6767	40,7	32,6	2360	1888	14,2	11,4
2026	8302	6642	40,0	32,0	2249	1799	13,5	10,8
2027	8145	6516	51,9	41,5	2137	1710	19,2	15,3

Tabel 18. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus Rapla maakonnas KG1 ehitamisel karbonaatkivimist 50 km veokaugusega

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	6612	5290	40,2	32,2	3561	2849	24,6	19,7
2018	6491	5193	37,8	30,3	3459	2768	22,8	18,2
2019	6370	5096	35,6	28,5	3358	2686	21,1	16,9
2020	6184	4947	33,2	26,6	3192	2553	19,2	15,4
2021	5998	4799	32,2	25,8	3025	2420	18,2	14,6
2022	5812	4650	31,2	25,0	2859	2287	17,2	13,8
2023	5626	4501	30,2	24,2	2693	2154	16,2	13,0
2024	5440	4352	29,2	23,4	2527	2021	15,2	12,2
2025	5254	4203	28,2	22,6	2360	1888	14,2	11,4
2026	5121	4097	27,5	22,0	2249	1799	13,5	10,8
2027	4988	3990	37,5	30,0	2137	1710	19,2	15,3

Tabeli 18 järgi väheneb veokaugusega arvestades LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi teenindusala Rapla maakonna osa

varustuskindlus oluliselt, 11 - 14 aasta võrra, kuid ei lange sellegipoolest endiselt alla kriitilise 10 aasta piiri kümne aasta jooksul. Veokauguse arvestamine LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlust ei mõjuta.

Kokkuvõtvalt mõjutab teeninduspiirkonna Raplamaa osa ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlust optimaalne veokaugus halvemaks. Kuid arvestades Raplamaa ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varusid, on ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus teeninduspiirkonna Rapla maakonna osas sellegipoolest rahuldav kümne aasta perspektiivis ka juhul, kui KG1 ehitatakse karbonaatkivimist toodetud killustikust.

5.2.4. Teeninduspiirkonna Harju maakonna osa

Tabel 19. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus Harju maakonnas

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	17093	13674	18,8	15,0	4779	3823	5,2	4,2
2018	16193	12954	17,7	12,8	3878	3103	4,2	3,4
2019	15292	12234	16,7	13,4	2978	2382	3,3	2,6
2020	14375	11500	15,7	12,5	2061	1649	2,2	1,8
2021	13459	10767	14,7	11,7	1145	916	1,2	1,0
2022	12542	10034	13,7	10,9	228	182	0,2	0,2
2023	11625	9300	12,7	10,1	0	0	0,0	0,0
2024	10709	8567	11,7	9,3	0	0	0,0	0,0
2025	9792	7833	10,7	8,5	0	0	0,0	0,0
2026	8801	7041	9,6	7,7	0	0	0,0	0,0
2027	7811	6249	7,9	6,3	0	0	0,0	0,0

Harju maakonnas on ehitusele kuluvad kogused samaväärsed Rapla maakonnale, kuid keskmised kaevandamismahud oluliselt suuremad. Harjumaa tavapäraseid kaevandamismahud on sedavõrd suured, et Rail Balticu ehitusmahud mõjutavad varustuskindlust marginaalselt.

Tabeli 19 järgi on LA₃₅ ja LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi teenindusala Harju maakonna osa varustuskindlused väga erinevad. See on tingitud peamiselt Vasalemma lubjakivimaardla proportsionaalselt suurest varu kogusest. Nimelt Vasalemma maardla lubjakivist toodetud killustik ei vasta täies ulatuses LA₃₀ kategooriale. LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on uuringu tegemise hetkel vahemikus 15 - 19 aastat ning Rail Balticu ehitamise alguses vahemikus 13 - 16 aastat, langedes alla kriitilise 10 aasta piiri ehituse ajal aastate 2024 ja 2026 vahel. LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on oluliselt madalam, olles uuringu tegemise hetkel 4 - 5 aastat ja Rail Balticu ehitamise alguses umbes 2 aastat. See tähendab, et Harju maakonnas on LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi defitsiit sõltumata Rail Balticu ehitamisest.

Tabel 20. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus Harju maakonnas KG1 ehitamisel karbonaatkivimist

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	17093	13674	18,1	14,5	4779	3823	5,1	4,1
2018	16193	12954	17,0	12,2	3878	3103	4,1	3,3
2019	15292	12234	16,0	12,8	2978	2382	3,1	2,5
2020	14328	11462	14,9	11,9	2013	1611	2,1	1,7
2021	13363	10690	13,9	11,1	1049	839	1,1	0,9
2022	12398	9919	12,9	10,3	84	68	0,1	0,1
2023	11434	9147	11,9	9,5	0	0	0,0	0,0
2024	10469	8376	10,9	8,7	0	0	0,0	0,0
2025	9505	7604	9,9	7,9	0	0	0,0	0,0
2026	8514	6811	8,8	7,1	0	0	0,0	0,0
2027	7524	6019	7,6	6,1	0	0	0,0	0,0

Tabeli 20 järgi on KG1 ehitamisel LA₃₅ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi teenindusala varustuskindlus Harju maakonnas uuringu tegemise hetkel vahemikus 15 - 18 aastat (1 aasta vähem võrreldes ilma KG1) ning Rail Balticu ehitamise alguses vahemikus 12 - 15 aastat, langedes alla kriitilise 10 aasta piiri ehituse ajal aastate 2023 ja 2025

vahel. LA_{30} killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on oluliselt madalam, olles uuringu tegemise hetkel vahemikus 4 - 5 aastat (sama võrreldes ilma KG1), Rail Balticu ehitamise alguses umbes 2 aastat ja ammendudes aastaks 2023. See tähendab, et KG1 ehitamine lubjakivikillustikust ei mõjuta olulisel määral ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlust Harjumaal.

Kuna teenindusala Harjumaal osas ei esine selliseid lubjakivikarjääre, mis jääksid linnulennult 50 km raadiusesse, kuid mille hinnanguline veokaugus mööda teid Rail Balticu raudteerassist ületab 50 km, ei arvestata Harju maakonnas ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindluse hindamisel veokauguseid.

Kokkuvõtvalt ei mõjuta optimaalne veokaugus teeninduspiirkonna Harju maakonna osa ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlust üldse. Arvestades Harjumaal ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varusid, on LA_{35} killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus teeninduspiirkonna Harjumaal osas uuringu tegemise hetkel rahuldav, kuid LA_{30} killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on kriitiline.

5.3. Liiv ja kruus

Liiva ja kruusa all vaadeldakse kasutusala järgi ehitusliiva ja -kruusa ning täitepinnast (täiteliiv ja -kruus), millel on savi- ja tolmusisaldus 0,05 mm läbind $\leq 15\%$, $\leq 8\%$ ja $\leq 3\%$.

Rail Balticu ehituseks kuluva liiva ja kruusa keskmine vajadus Rail Balticu teenindusalas aastatel 2017 - 2027 on toodud joonisel 5. Võrreldes muu tarbimisega moodustab Rail Balticu maht olulise osa ning mõjutab seega kindlasti varustuskindlust.

Aasta	Tavapärane	Rail Baltic	Teed 2020+
2017	2200	0	0
2018	2200	0	0
2019	2200	0	0
2020	2200	2400	200
2021	2200	2400	200
2022	2200	2400	200
2023	2200	2400	200
2024	2200	2400	200
2025	2200	2400	200
2026	2400	0	0
2027	2400	0	0

Kogu teeninduspiirkonnas arvestatud $\leq 15\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa mäeeraldised on toodud lisas 10, $\leq 8\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa mäeeraldised lisas 11 ja $\leq 3\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa mäeeraldised lisas 12.

≤ 15% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	63002	50402	15,8	12,7
2018	60786	48628	14,2	11,4
2019	58569	46855	12,8	10,3
2020	53711	42969	11,1	8,8
2021	48853	39083	10,1	8,0
2022	43995	35196	9,1	7,2
2023	39137	31310	8,1	6,4



2024	34279	27423	7,1	5,6
2025	29421	23537	6,1	4,8
2026	26983	21586	5,6	4,4
2027	24545	19636	10,1	8,1

≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	56111	44889	15,1	12,1
2018	54156	43325	13,5	10,8
2019	52200	41760	12,1	9,7
2020	47604	38083	10,4	8,3
2021	43007	34405	9,4	7,5
2022	38410	30728	8,4	6,7
2023	33813	27050	7,4	5,9
2024	29216	23373	6,4	5,1
2025	24619	19695	5,4	4,3
2026	22468	17974	4,9	3,9
2027	20317	16254	9,4	7,6

≤ 3% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	31863	25490	12,1	9,7
2018	30996	24797	10,6	8,5
2019	30130	24104	9,4	7,5
2020	26622	21297	7,6	6,1
2021	23114	18491	6,6	5,3
2022	19605	15684	5,6	4,5
2023	16097	12878	4,6	3,7
2024	12589	10071	3,6	2,9
2025	9081	7265	2,6	2,1
2026	8128	6502	2,3	1,9
2027	7175	5740	7,5	6,0

Tabeli 21 järgi on ≤ 15% savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa kogu teenindusala varustuskindlus uuringu tegemise hetkel vahemikus 13 - 16 aastat, langedes alla kriitilise 10 aasta piiri Rail Balticu ehitamise alguses aastatel 2020 - 2022. ≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa kogu teenindusala varustuskindlus on uuringu tegemise hetkel vahemikus 12 - 15 aastat, langedes alla kriitilise 10 aasta piiri Rail Balticu ehitamise alguses aastatel 2019 - 2021. ≤ 3% savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa kogu teenindusala varustuskindlus

Kogu teeninduspiirkonnas 50 km veokaugusega arvestatud $\leq 15\%$ savi- ja tolmu- ja kruusa mäeeraldised on toodud lisas 13, $\leq 8\%$ savi- ja tolmu- ja kruusa mäeeraldised lisas 14 ja $\leq 3\%$ savi- ja tolmu- ja kruusa mäeeraldised lisas 15.

≤ 15% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m³)	Varu (tuh m³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	46075	36860	13,1	10,5
2018	44311	35449	11,6	9,3
2019	42547	34038	10,3	8,3
2020	38141	30513	8,7	6,9
2021	33736	26988	7,7	6,1
2022	29330	23464	6,7	5,3
2023	24924	19939	5,7	4,5
2024	20518	16415	4,7	3,7
2025	16112	12890	3,7	2,9
2026	14172	11337	3,2	2,6
2027	12231	9785	6,3	5,0

≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m³)	Varu (tuh m³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	43617	34894	13,0	10,4
2018	42024	33620	11,5	9,2
2019	40432	32345	10,3	8,2
2020	36197	28958	8,5	6,8
2021	31963	25570	7,5	6,0
2022	27728	22182	6,5	5,2
2023	23494	18795	5,5	4,4
2024	19259	15407	4,5	3,6
2025	15025	12020	3,5	2,8
2026	13272	10618	3,1	2,5
2027	11520	9216	6,6	5,3

≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	26937	21550	10,6	8,5
2018	26159	20927	9,2	7,4
2019	25380	20304	8,1	6,5
2020	21960	17568	6,4	5,1
2021	18540	14832	5,4	4,3
2022	15120	12096	4,4	3,5
2023	11700	9360	3,4	2,7
2024	8279	6624	2,4	1,9
2025	4859	3887	1,4	1,1
2026	4003	3202	1,2	0,9
2027	3147	2517	3,7	2,9

Arvestades veokaugust väheneb tabeli 22 järgi liiva ja kruusa kogu teenindusala varustuskindlus uuringu tegemise hetkel ≤ 15% savi- ja tolmu sisaldusega maavara arvestuses 2 - 3 aastat, langedes alla kriitilise 10 aasta piiri aastatel 2018 - 2020, ≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega maavara arvestuses kuni 2 aastat, langedes alla kriitilise 10 aasta piiri aastatel 2018 - 2020, ≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega maavara arvestuses umbes aasta võrra, langedes alla kriitilise 10 aasta piiri hiljemalt aastaks 2018.

Seega kogu teeninduspiirkonna liiva ja kruusa varustuskindlust optimaalne veokaugus oluliselt ei mõjuta. Arvestades nii madala kui kõrge savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa varusid, on liiva ja kruusa varustuskindlus teeninduspiirkonnas uuringu tegemise hetkel rahuldav, kuid uute varude lisandumiseta muutub paari aasta perspektiivis kriitiliseks.

5.3.2. Teeninduspiirkonna Pärnu maakonna osa

Tabel 23. Liiva ja kruusa varustuskindlus Pärnu maakonnas

≤ 15% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	9824	7860	7,8	6,3
2018	9412	7529	6,7	5,4
2019	8999	7199	5,9	4,7
2020	7324	5859	4,4	3,5
2021	5648	4519	3,4	2,7

2022	3973	3178	2,4	1,9
2023	2298	1838	1,4	1,1
2024	622	498	0,4	0,3
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	7927	6342	6,9	5,5
2018	7612	6090	5,9	4,7
2019	7297	5838	5,1	4,1
2020	5719	4576	3,6	2,9
2021	4142	3313	2,6	2,1
2022	2564	2051	1,6	1,3
2023	987	789	0,6	0,5
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	3287	2629	3,7	3,0
2018	3245	2596	3,2	2,5
2019	3203	2563	2,8	2,2
2020	1899	1519	1,5	1,2
2021	595	476	0,5	0,4
2022	0	0	0,0	0,0
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Tabeli 23 järgi on ≤ 15% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa teenindusala Pärnu maakonna varustuskindlus uuringu tegemise hetkel alla kriitilise 10 aasta piiri vahemikus 6 - 8 aastat. ≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa Pärnu maakonna varustuskindlus on uuringu tegemise hetkel vahemikus 6 - 7

aastat. $\leq 3\%$ savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa Pärnu maakonna varustuskindlus on uuringu tegemise hetkel vahemikus 3 - 4 aastat. Siit saab järeldada, et Pärnu maakonnas on vähem madala savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa varusid, mis on oluliseks eelduseks sobiliku filtreeruva materjali olemasoluks.

Tabel 24. Liiva ja kruusa varustuskindlus Pärnu maakonnas 50 km veokaugusega

$\leq 15\%$ savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	6227	4982	5,8	4,6
2018	5991	4793	4,9	3,9
2019	5755	4604	4,2	3,4
2020	4256	3405	2,8	2,3
2021	2757	2206	1,8	1,5
2022	1258	1007	0,8	0,7
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

$\leq 8\%$ savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	5250	4200	5,1	4,0
2018	5054	4044	4,3	3,4
2019	4859	3887	3,7	2,9
2020	3401	2720	2,3	1,9
2021	1942	1554	1,3	1,1
2022	484	387	0,3	0,3
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

≤ 3% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	2502	2001	2,9	2,3
2018	2474	1979	2,5	2,0
2019	2446	1957	2,1	1,7
2020	1156	925	0,9	0,7
2021	0	0	0,0	0,0
2022	0	0	0,0	0,0
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Arvestades 50 km veokaugust väheneb tabeli 24 järgi liiva ja kruusa teenindusala Pärnu maakonna varustuskindlus uuringu tegemise hetkel ≤ 15% savi- ja tolmusisaldusega maavara arvestuses 1 - 2 aastat, ammendudes aastaks 2023, ≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega maavara arvestuses kuni 2 aastat, ammendudes aastaks 2023, ≤ 3% savi- ja tolmusisaldusega maavara arvestuses umbes aasta võrra, ammendudes aastaks 2021.

Seega ei mõjuta optimaalne veokaugus oluliselt Pärnu maakonna liiva ja kruusa varustuskindlust. Kuid arvestades Pärnumaa liiva ja kruusa varusid, on liiva ja kruusa varustuskindlus nii madala kui kõrge savi- ja tolmusisalduse arvestuses teeninduspiirkonna Pärnu maakonna osas kriitiline.

Edaspidi lisatakse Pärnumaa varustuskindluse hinnangusse Läti Vabariigis paiknevaid liiva ja kruusa varud. Tulemused Läti andmetega esitatakse eraldi järgmises tabelis. Läti varusid ei kaasata kogu varustuskindluse hinnangusse, vaid vaadeldakse eraldi Pärnumaa osana. See on tingitud asjaolust, et Läti ja Eesti maavaradele esitatavad nõuded on liival ja kruusal erinevad. Läti mäetööstuse korras ei ole täpsemaid nõudeid liivale ja kruusale kasutusala järgi

määratud, mistõttu ei ole Läti maardlate registris⁵⁷ toodud liiva ja kruusa lõimist ning savi- ja tolmusisaldust. Seetõttu ei ole Läti maardlate registri andmete alusel tehtavad järeldused täielikult võrreldavad Eesti kohta tehtud järeldustega.

Pärnumaa varustuskindlust koos teeninduspiirkonna Läti osaga hinnatakse lähteülesandes saadud kasutuses olevate maardlate andmete alusel (lisa 16). Läti maavarast arvestatakse kõrgeima geoloogilise uurituse tasemega A kategooria maavaravaru. Eesti maavara kogustes on arvestatud kaevandatava varuga, mida Läti maavaravaru kogustes arvestatud ei ole (geoloogiline varu). Arvestamaks Ka Läti liiva ja kruusa kaevandamisel maavara kaoga (nõlvatervikutesse jääv varu), arvestatakse Läti varust 5% maha. 5% on küll subjektiivne hinnang, kuid arvestades töö mastaapsust, siis on täpsus hinnangu andmiseks piisav. Muude põhjustega, mis võivad vähendada geoloogilise varu kaevandatavust, hinnangu andmisel eraldi ei arvestata. Geoloogilistest uuringutest tingitud võimalikku ebatäpsuse arvestamiseks antakse varustuskindluse hinnang samamoodi Eesti andmetele vahemikus, kus geoloogilised uuringud vastavad 100% tegelikkusele ja 80% tegelikkusele. Andmeid maavara omaduste kohta on hinnatud Läti maardlate registris saadaoleva info alusel. Hinnangu andmisel kasutati andmeid filtratsioonimooduli (filtrācijas koeficients) kohta. Läti Keskkonna, Geoloogia ja Meteoroloogia keskusega suheldes, selgus, et tihti kasutatakse filtratsioonimooduli määramiseks meetodit GOST 25584-90⁵⁸. Üldistavaid järeldusi siit siiski teha ei saa. Analüüsides filtratsioonimooduli andmeid selgus, et kasutuses olevatest maardlatest vastavad kõik 0,5 m/ööp nõudele. Seega lisatakse Läti andmed varustuskindluse hinnangu andmiseks $\leq 8\%$ ja $\leq 3\%$ savi- ja tolmusisaldusega maavara võrdlusesse, kuna eeldatavalt vastab $\leq 8\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiv ja kruus filtratsiooninõudele. Google API jaoks täpsete ruumiandmete

⁵⁷ Atradnu reģistrs <http://www.meteo.lv/lapas/geologija/derigo-izraktenu-atradnu-registrs/derigo-izraktenu-atradnu-registrs?id=1213&nid=488>

⁵⁸ <http://gostexpert.ru/data/files/25584-90/a092a913224a05a615201fd7aa0c2943.pdf>

puudumise tõttu hinnatakse varustuskindlust üksnes 50 km raadiuses arvestamata veokaugust.

Eestis tarbitava maavara aastase koguse hindamiseks on aluseks võetud Maa-ameti Geoportaali keskmised kaevandatavad mahud, kuid Läti kohta selliseid andmeid ei ole. Kaudselt saab hinnata, et kuna Läti alal on kaevandada antud samas suurusjärgus maavara kui Pärnu maakonnas, on aastased kaevandatavad mahud samuti samas suurusjärgus. Seega arvestamaks Läti kaevandatuid keskmisi mahte hinnatakse Läti alal kaevandatud mahud samaväärseks Pärnumaal kaevandatud mahtudega.

Tabeli 25 järgi on Läti avatud karjääre arvestades $\leq 8\%$ savi- ja tolmu- ja liiva ja kruusa Pärnu maakonna varustuskindlus uuringu tegemise hetkel vahemikus 10 - 13 aastat, $\leq 3\%$ savi- ja tolmu- ja liiva ja kruusa varustuskindlus vahemikus 12 - 15 aastat. Võrreldes varustuskindluse mudeli tulemusi $\leq 8\%$ ja $\leq 3\%$ ja savi- ja tolmu- ja liiva ja kruusa vahel, siis sobivad Läti andmed paremini $\leq 8\%$ savi- ja tolmu- ja liiva ja kruusa Pärnu maakonna varustuskindluse mudelisse. See on põhjustatud tõenäoliselt Läti kaevandatuid keskmisi mahte arvestamise meetodikast.

Tabel 25. Liiva ja kruusa varustuskindlus Pärnu maakonnas arvestades Läti karjääre

$\leq 8\%$ savi- ja tolmu- ja liiva ja kruusa				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	18337	14670	12,5	10,0
2018	17707	14165	11,0	8,8
2019	17076	13661	9,7	7,8
2020	15184	12147	8,0	6,4
2021	13291	10633	7,0	5,6
2022	11398	9118	6,0	4,8
2023	9505	7604	5,0	4,0
2024	7612	6090	4,0	3,2
2025	5720	4576	3,0	2,4
2026	5026	4021	2,7	2,1
2027	4333	3466	6,2	5,0

≤ 3% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	13970	11176	15,1	12,1
2018	13886	11109	13,0	10,4
2019	13803	11042	11,4	9,2
2020	12457	9965	9,3	7,4
2021	11110	8888	8,3	6,6
2022	9764	7811	7,3	5,8
2023	8418	6735	6,3	5,0
2024	7072	5658	5,3	4,2
2025	5726	4581	4,3	3,4
2026	5634	4507	4,2	3,3
2027	5542	4434	60,3	48,2

Optimaalset veokaugust arvestamata tõstab Läti maavaradega arvestamine Pärnu maakonna liiva ja kruusa varustuskindlust 6 - 8 aasta võrra rahuldava taseme peale. Sellegipoolest on kahe riigi andmed maavaravaru kohta piisavalt erinevad ja kasutatavaid lähteandmeid on Läti kohta sedavõrd vähem. Ka ei ole arvestatud Rail Balticu Läti ehitusega või muude suurte objektidega, mis võivad ka antud maavaradele nõ pretendeerida. Määramatusest tingituna loetakse tegevuskava koostamisel Pärnu piirkonda nõrga varustuskindlusega piirkonnaks liiva ja kruusa suhtes.

5.3.3. Teeninduspiirkonna Rapla maakonna osa

Tabel 26. Liiva ja kruusa varustuskindlus Rapla maakonnas

≤ 15% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	9059	7247	14,7	11,7
2018	8797	7037	13,0	10,4
2019	8534	6827	11,6	9,3
2020	7738	6190	9,7	7,8
2021	6942	5554	8,7	7,0
2022	6146	4917	7,7	6,2
2023	5350	4280	6,7	5,4
2024	4554	3643	5,7	4,6
2025	3758	3006	4,7	3,8
2026	3469	2775	4,4	3,5

2027	3180	2544	11,0	8,8
------	------	------	------	-----

≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	5885	4708	10,1	8,1
2018	5657	4526	8,8	7,0
2019	5429	4344	7,7	6,2
2020	4668	3734	6,1	4,9
2021	3907	3125	5,1	4,1
2022	3145	2516	4,1	3,3
2023	2384	1907	3,1	2,5
2024	1623	1298	2,1	1,7
2025	861	689	1,1	0,9
2026	610	488	0,8	0,6
2027	359	288	1,4	1,1

≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	414	332	1,1	0,9
2018	382	306	0,9	0,7
2019	349	280	0,7	0,6
2020	0	0	0,0	0,0
2021	0	0	0,0	0,0
2022	0	0	0,0	0,0
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Tabeli 26 järgi on ≤ 15% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa teenindusala Rapla maakonna varustuskindlus uuringu tegemise hetkel vahemikus 12 - 15 aastat, langedes alla kriitilise 10 aasta piiri Rail Balticu ehitamise alguses aastatel 2019 - 2020. ≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa Rapla maakonna varustuskindlus on uuringu tegemise hetkel vahemikus 8 - 10 aastat, langedes alla kriitilise 10 aasta piiri hiljemalt aastaks 2018. ≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa Rapla maakonna varustuskindlus on uuringu tegemise hetkel 1 aasta. **Siit saab järeldada, et Rapla maakonnas leidub**

vähe madala savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa varusid, mis on oluliseks eelduseks sobiliku filtreeruva materjali olemasoluks.

Tabel 27. Liiva ja kruusa varustuskindlus Rapla maakonnas 50 km veokaugusega

≤ 15% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	2472	1978	4,6	3,7
2018	2293	1835	3,9	3,1
2019	2114	1691	3,2	2,6
2020	1402	1121	2,0	1,6
2021	689	552	1,0	0,8
2022	0	0	0,0	0,0
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	2023	1618	3,9	3,1
2018	1860	1488	3,2	2,6
2019	1698	1358	2,7	2,1
2020	1002	802	1,4	1,2
2021	307	245	0,4	0,4
2022	0	0	0,0	0,0
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	414	332	1,1	0,9
2018	382	306	0,9	0,7
2019	349	280	0,7	0,6
2020	0	0	0,0	0,0
2021	0	0	0,0	0,0
2022	0	0	0,0	0,0
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Arvestades veokaugust väheneb tabeli 27 järgi liiva ja kruusa teenindusala Rapla maakonna varustuskindlus uuringu tegemise hetkel ≤ 15% savi- ja tolmu sisaldusega maavara arvestuses 8 - 10 aastat, ammendudes aastaks 2022, ≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega maavara arvestuses 5 - 6 aastat, ammendudes aastaks 2022. ≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega maavara arvestuses varustuskindlus ei muutu.

Siit saab järeldada, et Rapla maakonna liiva ja kruusa varustuskindlust mõjutab oluliselt optimaalne veokaugus. Arvestades Raplamaal 50 km veokaugusel olevaid liiva ja kruusa varusid, on liiva ja kruusa varustuskindlus nii madala kui kõrge savi- ja tolmu sisalduse arvestuses teeninduspiirkonna Rapla maakonna osas kriitiline optimaalse veokauguse tõttu.

5.3.4. Teeninduspiirkonna Harju maakonna osa

Tabeli 28 järgi on ≤ 15% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa teenindusala Harju maakonna varustuskindlus uuringu tegemise hetkel vahemikus 16 - 20 aastat, langedes kriitilise 10 aasta piirimaile Rail Balticu ehitamise lõpus. ≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa Harju maakonna varustuskindlus on uuringu tegemise hetkel vahemikus 16 - 21 aastat, langedes kriitilise 10 aasta piirimaile samuti Rail Balticu ehitamise lõpus. ≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa Harju maakonna varustuskindlus on uuringu tegemise hetkel vahemikus 16 - 20 aastat, langedes kriitilise 10 aasta piirimaile Rail Balticu ehitamise ajal. Harjumaad iseloomustab nii madala kui kõrge peenosise

sisaldusega liiva ja kruusa hea varustuskindlus. See on tingitud maavara levikust ja mitmete suurte karjääride paiknemisest Tallinna lähedal.

Tabel 28. Liiva ja kruusa varustuskindlus Harju maakonnas

≤ 15% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	44118	35294	20,1	16,1
2018	42577	34062	18,5	14,8
2019	41036	32829	17,0	13,6
2020	38520	30816	15,3	12,2
2021	36005	28804	14,3	11,4
2022	33489	26791	13,3	10,6
2023	30973	24778	12,3	9,8
2024	28457	22766	11,3	9,0
2025	25941	20753	10,3	8,2
2026	24246	19397	9,6	7,7
2027	22551	18041	13,3	10,6

≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	42298	33839	20,5	16,4
2018	40886	32709	18,8	15,1
2019	39474	31579	17,3	13,9
2020	37087	29670	15,5	12,4
2021	34700	27760	14,5	11,6
2022	32313	25850	13,5	10,8
2023	29926	23940	12,5	10,0
2024	27538	22031	11,5	9,2
2025	25151	20121	10,5	8,4
2026	23598	18878	9,9	7,9
2027	22045	17636	14,2	11,4

≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	28086	22469	19,5	15,6
2018	27296	21836	17,6	14,1
2019	26505	21204	16,0	12,8

2020	24739	19791	14,0	11,2
2021	22974	18379	13,0	10,4
2022	21208	16966	12,0	9,6
2023	19442	15554	11,0	8,8
2024	17677	14141	10,0	8,0
2025	15911	12729	9,0	7,2
2026	15042	12033	8,5	6,8
2027	14172	11337	16,3	13,0

Tabelis 29 on jäetud analüüsi need karjäärid, mille hinnanguline veokaugus mööda teid Rail Balticu raudteerassist ei ületa optimaalseks veokauguseks peetavat 50 km. Siia hulka on arvestatud ka ainuke teeninduspiirkonnas asuv meres paiknev mäeeraldis, kuna selle kasutuselevõtuks on vaja eraldi tehnikat. Kaevandamine merest toimub pinnasepumpsüvendajaga. Kaevandamisel on plaanis kasutada partneritena ettevõtteid, kellel on selleks vajalik võimekus ja kogemus olemas. Üks sellised firmasid on Belgia ettevõtte Dredging International NV, kes oli partneriks Naissaare II mäeeraldisel liiva kaevandamisel ja transportimisel Muuga sadama laienduseks aastatel 2009 ja 2010.

Tabel 29. Liiva ja kruusa varustuskindlus Harju maakonnas 50 km veokaugusega

≤ 15% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	37376	29901	18,7	15,0
2018	36027	28822	17,1	13,7
2019	34678	27743	15,7	12,5
2020	32354	25884	13,9	11,1
2021	30031	24024	12,9	10,3
2022	27707	22165	11,9	9,5
2023	25383	20306	10,9	8,7
2024	23059	18447	9,9	7,9
2025	20735	16588	8,9	7,1
2026	19252	15401	8,3	6,6
2027	17768	14214	12,0	9,6

≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	36345	29076	19,3	15,4
2018	35110	28088	17,6	14,1
2019	33875	27100	16,1	12,9
2020	31665	25332	14,3	11,5
2021	29455	23564	13,3	10,7
2022	27245	21796	12,3	9,9
2023	25035	20028	11,3	9,1
2024	22825	18260	10,3	8,3
2025	20616	16492	9,3	7,5
2026	19257	15406	8,7	7,0
2027	17899	14319	13,2	10,5

≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	24021	19217	17,6	14,0
2018	23303	18642	15,8	12,6
2019	22585	18068	14,2	11,4
2020	20891	16713	12,3	9,9
2021	19198	15358	11,3	9,1
2022	17505	14004	10,3	8,3
2023	15811	12649	9,3	7,5
2024	14118	11294	8,3	6,7
2025	12425	9940	7,3	5,9
2026	11635	9308	6,9	5,5
2027	10844	8676	13,7	11,0

Arvestades veokaugust väheneb liiva ja kruusa teenindusala Harju maakonna varustuskindlus uuringu tegemise hetkel ≤ 15% savi- ja tolmu sisaldusega maavara arvestuses aasta võrra, ≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega maavara arvestuses kuni 2 aastat ja ≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega maavara arvestuses samuti kuni 2 aastat.

Seega ei mõjuta optimaalne veokaugus oluliselt teeninduspiirkonna Harjumaa osa liiva ja kruusa varustuskindlust. Arvestades Harjumaa nii madala kui kõrge savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa varusid, on liiva ja kruusa varustuskindlus teeninduspiirkonna Harjumaa osas

uuringu tegemise hetkel rahuldav, kuid uute varude lisandumiseta langeb vahemikus 2020 - 2025 kriitilise piiri lähedale.

5.4. Varustuskindlus pärast 2027

Antud peatüki analüüsi põhjal ei ole konsultandi hinnangul Eestis 2027. aastal Maardu graniidimaardlat kasutusele võetud.

Karbonaatkivimite varustuskindlus pärast 2027. aastat on üsna tõenäoliselt Rapla- ja Pärnumaal rahuldaval tasemel (üle 10 a), kuid kriitiline Harjumaal (alla 10 a, eriti kvaliteetsemal kivimil). Rapla ja Pärnu varustuskindlust toetab kaevandamismahtusid arvestades suur kaevandatav varu ja ettevalmistusel olevate kaevandamisalade⁵⁹ piisav maavara kogus. Harjumaal varustuskindlust hoiab kriitilisena surve lubjakivi kaevandamisele vähemalt praeguses mahus, ebapiisav kvaliteetse kivimi kaevandatav varu ning ettevalmistusel olevate kaevandamisalade ebapiisav maavara kogus.

Liiva ja kruusa varustuskindlus pärast 2027. aastat on kriitiline Pärnu ja Rapla maakonnas ning rahuldav Harjumaal. Pärnu ja Rapla maakonna varustuskindlust viib alla suurte ehitusobjektide tõttu hüppeliselt kasvavale liiva ja kruusa nõudlusele ebapiisav kaevandatav ja ettevalmistamisel olev varu. Harjumaal varustuskindlust toetab väga suur kaevandatav varu.

Varustuskindluse tõstmiseks on toodud tegevuskava järgmises peatükis.

⁵⁹ kaevandamisloa, uuringuloa või uurimistöö loa taotlusega hõlmatud ala

6. TEGEVUSKAVA VARUSTUSKINDLUSE TÕSTMISEKS

Järgnevalt antakse tegevuskava koos riski- ja mõjuhinnanguga madala varustuskindlusega piirkondade täiendamiseks sobiliku maavaraga. Tegevuskava koostamisel arvestatakse Rail Balticu ehitamise ajakavaga aastatel 2020 - 2026, kus kriitilisem vajadus täitematerjalide järele langeb aastatele 2020-2024.

Eelnevas peatükis toodud järeldustele tuginedes loetakse madala varustuskindlusega piirkonnaks käesolevas uuringus ehitusotstarbelise karbonaatkivimi suhtes Harjumaad ja võimaliku piirkonnana Pärnumaad, liiva ja kruusa suhtes Pärnu ja Rapla maakondi.

6.1. Pärnumaa

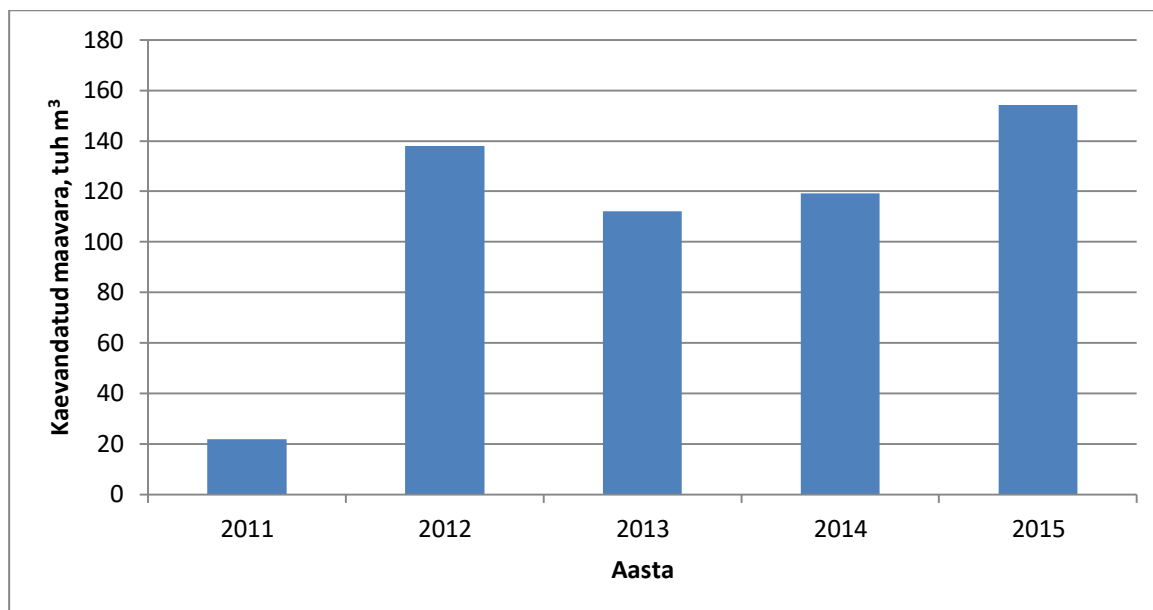
6.1.1. Ehitusotstarbeline karbonaatkivim

Pärnumaal valitseb ehitusotstarbelise karbonaatkivimi rahuldav varustuskindlus nii madala kui kõrge purunemiskindlusega maavara kohta (vt peatükk 5.2.2.). Pärnumaad iseloomustab kaevandamismahtusid arvestades mõõdukas karbonaatkivimi varu ja ebaühtlased kaevandamismahud aastate lõikes.

Erinevalt näiteks Harjumaast, kus kõrge purunemiskindlusega maavara defitsiit oli oluliselt suurem, on Pärnumaal madalam varustuskindlus madalama purunemiskindlusega karbonaatkivimi järele, kuna keskmised kaevandamismahud madalama purunemiskindlusega maavara kohta on olnud suuremad.

Juhul kui KG1 ehitamiseks ehitusotstarbelist karbonaatkivimit ei kasutata kasvab Rail Balticu ehitamise ajal keskmine kaevandatud maht aastas kuni 1,5 korda, mille tagajärjel varustuskindlus alla kriitiliseks loetud 10 aasta piiri järgneva kümne aasta jooksul ei lange. **Juhul kui KG1 ehitamiseks kasutatakse ehitusotstarbelist karbonaatkivimit kasvab Rail Balticu ehitamise ajal keskmine kaevandatud maht aastas 2 kuni 3 korda, mille tagajärjel võib varustuskindlus langeda alla kriitiliseks loetud 10 aasta piiri Rail Balticu ehitamise algusaastatel.**

Joonis 6. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi kaevandatud mahud koos kadudega teeninduspiirkonna Pärnumaa osas⁶⁰



Sellisel juhul tuleb rahuldada Tarva dolokivikarjääri, Tamme dolokivikarjääri või Kobra dolokivikarjääri kaevandamisloa taotlus. Kuna Tarva maardlas on kaevandamistegevusega alustatud, on keskkonnakaitselisi aspekte arvestades eelistatud Tarva mäeeraldise laiendamine. Tarva karjääri avamisel Rail Baltica ehitamise varustuskindluse tagamiseks tasub arvestada, et karjäär jääb optimaalse veokauguse piiri peale - 52 km kaugusele Rail Baltica trassist. Alternatiivina saab avada Tamme või Kobra dolokivikarjääri. Kuna Tamme dolokivikarjääris on üle poole varust tehnoloogiline dolokivi, on ehitusotstarbelise kasutusala poolest eelistatud järjekorras Kobra karjääri avamine.

6.1.2. Liiv ja kruus

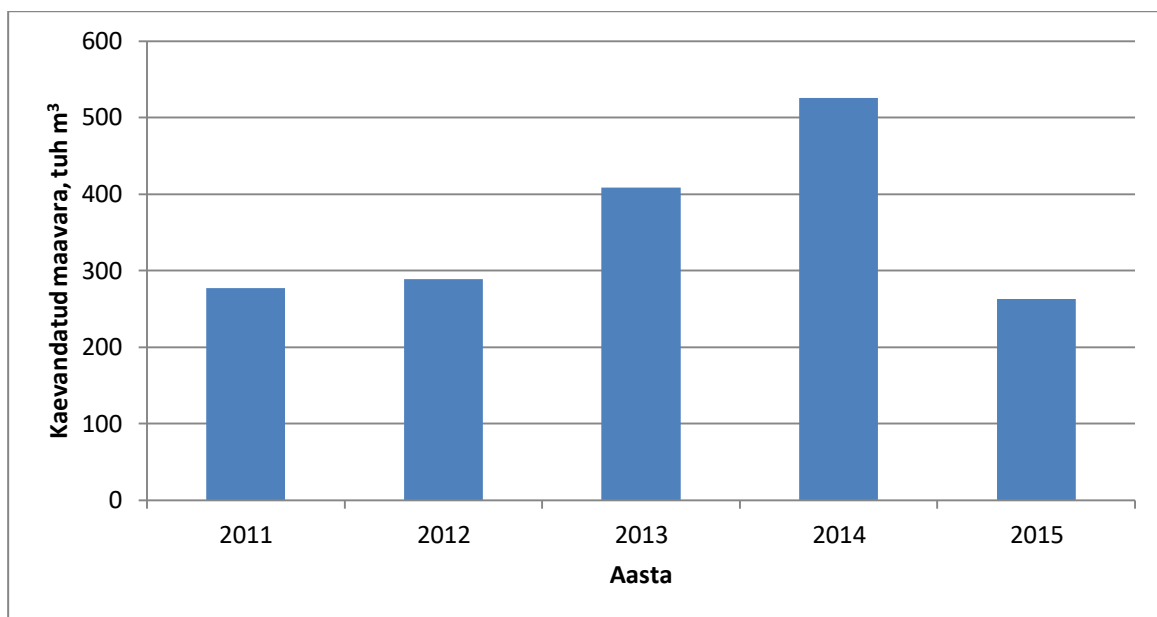
Pärnumaal on liiva ja kruusa varustuskindlus nii madala kui kõrge savi- ja tolmusisalduse arvestuses kriitiline (vt peatükk 5.3.2.). Liiva ja kruusa varustuskindlus on kvaliteediti erinev, madalama peenosise sisaldusega maavara

⁶⁰ <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver/Maardlate-kaadirakendus-p129.html>

on vähem. Seega on juurde vaja maavara, mis eeldatavalt vastab filtratsiooninõuetele. Selleks võiksid eelistatult sobida liivad ja kruusad, mille peenosise sisaldus ei ületa 8%.

Liiva- ja kruusamaardlatest on Pärnumaal üks suuremaid Potsepa liivamaardla, ülejäänud kasutuses olevatest maardlates on arvel olevad maavaravaru kogused väiksemad. Pärnumaad iseloomustab Raplamaast mõnevõrra suuremad liiva ja kruusa maardlad, kuid Harjumaale võrdväärsete suurustega maardlaid Pärnumaal ei ole. Seetõttu on varustuskindluse suurendamiseks ainuke võimalus avada rohkem väiksemaid karjääre eelistades väiksema peenosise sisaldusega maavara.

Joonis 7. Kuni 15% peenosise sisaldusega liiva ja kruusa kaevandatud mahud koos kadudega teeninduspiirkonna Pärnumaa osas⁶¹



Kaevandamisloa taotlusi, mis hõlmavad endas liiva või kruusa varusid, on esitatud järgmistele mäeeraldistele: Kingu liivakarjäär, Võiste liivakarjäär, Soomra IV liivakarjäär, Soomra V liivakarjäär, Kamali II liivakarjäär, Kamali III

⁶¹ <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver/Maardlate-kaardirakendus-p129.html>

liivakarjäär, Are kruusakarjäär, Pitsalu II liivakarjäär, Ännikse kruusakarjäär, Kivimäe kruusakarjäär, Kuiaru kruusakarjäär, Kobra dolokivikarjäär ja Tõitoja liivakarjäär. Nendest saab välistada suure savi- ja tolmuosakeste sisalduse (üle 15%) tõttu Are kruusakarjääri ja Kuiaru kruusakarjääri. Are kruusakarjääri kohta on koostatud ka kaevandamisloa andmisest keeldumise otsuse eelnõu. Muud taotlused on perspektiivsed nii menetluslikult kui eeldatavalt sobiliku maavara olemasolult. Geoloogiliste uuringute järgi on Pitsalu II liivakarjääris savi- ja tolmuosakeste sisaldus alla 15% ja Soomra IV liivakarjääris, Soomra V liivakarjääris, Kamali II liivakarjääris, Kamali III liivakarjääris, Ännikse kruusakarjääris, Kivimäe kruusakarjääris, Kobra dolokivikarjääris ja Tõitoja liivakarjääris alla 8% ning Kingu liivakarjääris ja Võiste liivakarjääris alla 3%.

Mahajäetud karjääridest on liiva ja kruusa täiendav uurimine ja kaevandamine perspektiivne Ennikse, Kõnnu III, Maima, Mureoru, Tahkuranna ja Vanamustu karjääris. [22]

Maima karjääris on peenosise sisaldus eeldatavasti alla 15% ja Ennikse, Kõnnu III, Mureoru ja Vanamustu karjääris alla 8%. Tahkuranna karjääris võib peenosise sisaldus olla karjääriga piirnevale Võiste liivamaardlale iseloomulikult alla 3% [22]. Seega on soovitatav alustada täiendavate uuringutega Tahkuranna karjääris, mis asub Võiste maardla kõrval.

Kehtivaid uuringulubasid on 2016. aasta novembri seisuga järgmistel uuringuruumidel: Nepste, Vangu II, Reiu-Liiva uuringuruum, Kikepera, Eassalu VI, Sigaste uuringuruum, Vangu ja Riisselja. Nepste uuringuruumi kohta on olemas katseprotokoll, mis annab alust arvata, et peenosise sisaldus on eeldatavasti alla 3%.

Uuringuloo taotlusi on esitatud järgmistele uuringuruumidele: Sindi, Krahvi, Riisselja II, Pitsalu III, Sigaste II, Saunametsa, Nepste II, Sohlu, Vaskrääma, Krundi, Massiaru II ja Kobra II. Massiaru II ja Kobra II taotluste näol on tegemist üldgeoloogiliste uurimistöö loa taotlustega. 2016. aasta novembri seisuga ei ole nimetatud taotlustel teadaolevaid keeldumise aluseid, mistõttu saab neid kõiki lugeda perspektiivseteks.

Olemasolevatest maardlatest leidub sobiva kvaliteediga liiva Sooba maardlas peenosise sisaldusega eeldatavasti alla 8%. Küll aga ei ole Sooba maardla asukoht Rail Balticu trassis suhtes kõige soodsamas kohas.

Kokkuvõtlik ülevaade eelnevalt kirjeldatud Pärnumaa potentsiaalse liiva ja kruusa varudest on toodud lisas 19. **Konsultandi hinnangul saab nimekirjas olevatest kaevandamiskohtadest defitsiidi vältimiseks ilma oluliste täiendavate kulutusteta laiendada kaevandamist Kamali maardlas (Kamali II liivakarjäär ja Kamali III liivakarjäär), avada karjäär Võiste maardlas (Kingu liivakarjäär ja Võiste liivakarjäär) ja avada Tõitoja liivakarjäär.**

6.1.2.1. Liiv ja kruus potentsiaalsete kaevandamiskohtade lisandumisel

Järgnevalt hinnatakse varustuskindlust eelnevalt välja toodud potentsiaalsete kaevandamiskohtade lisandumisel hindamaks, kui palju on võimalik varustuskindlust tõsta. Täpsema peenosise sisalduse info puudumisel võetakse aluseks maakonna keskmine protsentuaalne jaotus. Pärnu maakonnas leidub uuringu aluseks olevate andmete järgi keskmiselt $\leq 15\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa 100% (peaaegu kõik liivad ja kruusad on 15%-st väiksema savi- ja tolmusisaldusega), $\leq 8\%$ liiva ja kruusa 80% ja $\leq 3\%$ liiva ja kruusa 32%.

Tabel 30. Liiva ja kruusa potentsiaalne varustuskindlus Pärnu maakonnas

$\leq 15\%$ savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	21165	16932	16,9	13,5
2018	20753	16602	14,9	11,9
2019	20340	16272	13,3	10,6
2020	18665	14932	11,1	8,9
2021	16989	13591	10,1	8,1
2022	15314	12251	9,1	7,3
2023	13639	10911	8,1	6,5
2024	11963	9571	7,1	5,7
2025	10288	8230	6,1	4,9
2026	9834	7867	5,9	4,7
2027	9380	7504	20,7	16,5

≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	17059	13647	14,7	11,8
2018	16743	13395	12,9	10,3
2019	16428	13143	11,4	9,1
2020	14851	11880	9,4	7,5
2021	13273	10618	8,4	6,7
2022	11695	9356	7,4	5,9
2023	10118	8094	6,4	5,1
2024	8540	6832	5,4	4,3
2025	6962	5570	4,4	3,5
2026	6616	5293	4,2	3,4
2027	6269	5015	18,1	14,5

≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	7040	5632	8,0	6,4
2018	6996	5597	6,8	5,5
2019	6953	5562	6,0	4,8
2020	5647	4518	4,3	3,5
2021	4341	3473	3,3	2,7
2022	3035	2428	2,3	1,9
2023	1729	1383	1,3	1,1
2024	423	339	0,3	0,3
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Tabeli 30 järgi on võimalik ≤ 15% ja ≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ning kruusa teenindusala varustuskindlus Pärnu maakonnas tõsta rahuldavale tasemele. ≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ning kruusa osakaal jääb tõenäoliselt edaspidigi madalaks.

Tabel 31. Liiva ja kruusa potentsiaalne varustuskindlus Pärnu maakonnas 50 km veokaugusega

≤ 15% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	17568	14055	16,3	13,0
2018	17332	13866	14,2	11,4
2019	17096	13677	12,6	10,1
2020	15597	12478	10,4	8,3
2021	14098	11279	9,4	7,5
2022	12599	10080	8,4	6,7
2023	11101	8881	7,4	5,9
2024	9602	7682	6,4	5,1
2025	8103	6483	5,4	4,3
2026	7843	6275	5,2	4,2
2027	7583	6067	29,2	23,3

≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	14381	11505	13,9	11,1
2018	14186	11348	12,0	9,6
2019	13990	11192	10,6	8,5
2020	12532	10025	8,6	6,9
2021	11074	8859	7,6	6,1
2022	9615	7692	6,6	5,3
2023	8157	6526	5,6	4,5
2024	6699	5359	4,6	3,7
2025	5241	4193	3,6	2,9
2026	5025	4020	3,4	2,8
2027	4810	3848	22,3	17,9

≤ 3% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	6179	4943	7,1	5,7
2018	6151	4921	6,1	4,9
2019	6124	4899	5,3	4,3
2020	4833	3867	3,7	3,0
2021	3543	2834	2,7	2,2
2022	2253	1802	1,7	1,4

2023	963	770	0,7	0,6
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Arvestades potentsiaalsete varude hindamises ka optimaalse veokaugusega on võimalik $\leq 15\%$ ja $\leq 8\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ning kruusa teenindusala varustuskindlus Pärnu maakonnas tõsta rahuldavale tasemele, kuna Pärnumaa liiva ning kruusa potentsiaalset varustuskindlust veokaugusega arvestamine oluliselt ei mõjuta. $\leq 3\%$ savi- ja tolmusisalduse arvestusega liiva ning kruusa varustuskindlus on nõrk vaatamata potentsiaalsetele varudele. Arvestades, et Rail Balticu ehituseks kulub tavapärasest oluliselt rohkem liiva ja kruusa, saavutatakse tõenäoliselt rahuldav tase Rail Balticu ehitustegevuse lõppedes kaevandamismahtude vähenemisel (vt tabelis 31. varustuskindluse olulist tõusu 2027-ndal aastal võrreldes 2026-nda aastaga).

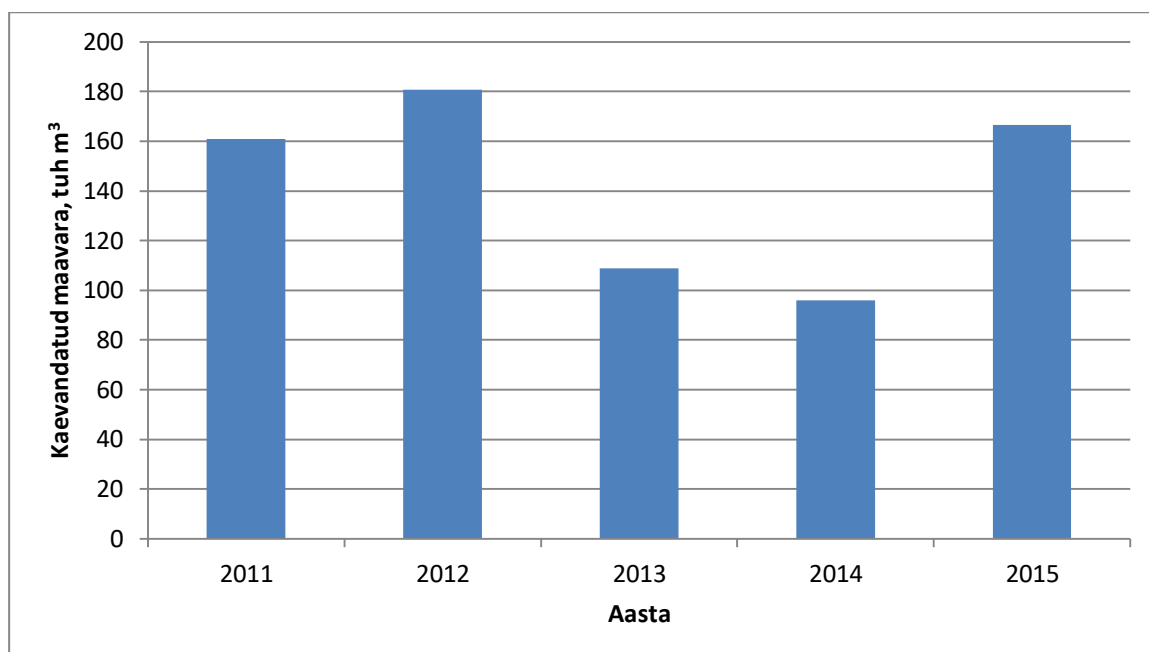
6.2. Raplamaa

6.2.1. Ehitusotstarbeline karbonaatkivim

Raplamaal valitseb ehitusotstarbelise karbonaatkivimi hea varustuskindlus, seda nii madala kui kõrge purunemiskindlusega maavara kohta. Varustuskindlus on rahuldav kümne aasta perspektiivis (vt peatükk 5.2.3.). Raplamaad iseloomustab kaevandamismahtusid arvestades suhteliselt suur karbonaatkivimi varu ja suhteliselt stabiilsed kaevandamismahud aastate lõikes, kuigi mõningast kõikumist on märgata (joonis 8).

Varustuskindluse tõstmiseks pole eraldi tegevusi ette näha, sest varustuskindlus on rahuldav kümne aasta perspektiivis.

Joonis 8. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi kaevandatud mahud koos kadudega teeninduspiirkonna Raplamaa osas⁶²



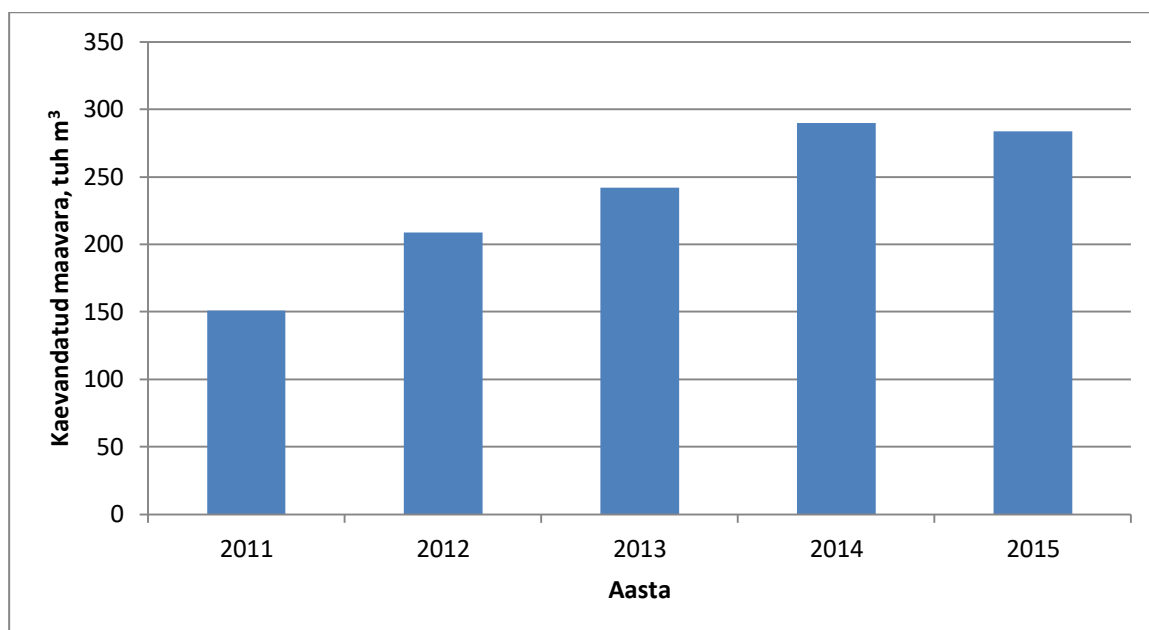
6.2.2. Liiv ja kruus

Suuri liiva ja kruusa maardlad Raplamaal ei ole, mistõttu pole ka suurte varudega karjääre. Kaevandamismahud aastate lõikes mõnevõrra varieeruvad (joonis 9).

Raplamaal on uuringu tegemise hetkel liiva ja kruusa varustuskindlus kvaliteediti väga erinev. Madalama peenosise sisaldusega maavara on oluliselt vähem. Lisaks mõjutab Rapla maakonna liiva ja kruusa varustuskindlust oluliselt optimaalne veokaugus, mille tõttu on liiva ja kruusa varustuskindlus ka kõrge savi- ja tolmusisalduse arvestuses kriitiline (vt peatükk 5.3.3.). Seega on juurde vaja liiva ja kruusa, eelkõige sellist, mis eeldatavalt vastab filtratsiooninõuetele. Selleks võiksid sobida liivad ja kruusad, mille peenosise sisaldus ei ületa 8%.

⁶² <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver/Maardlate-kaardirakendus-p129.html>

Joonis 9. Kuni 15% peenosise sisaldusega liiva ja kruusa kaevandatud mahud koos kadudega teeninduspiirkonna Raplamaa osas⁶³



Kaevandamisloa taotlusi, mis hõlmavad endas liiva või kruusa varusid, on esitatud järgmistele mäeeraldistele: Sutlema III lubjakivikarjäär⁶⁴, Reinu III lubjakivikarjäär, Tika kruusakarjäär ja Orava lubjakivikarjäär. Konsultant hindab nendest perspektiivseteks Reinu III lubjakivikarjääri ja Orava lubjakivikarjääri. Sutlema III lubjakivikarjääri täitekruusal on väga kõrge peenosise sisaldus (üle 15%), mis eeldatavalt ei täida filtratsiooninõuet. Tika kruusakarjääri taotluse menetlus on seisnud alates keskkonnamõju hinnangu algatamise teadeavaldamisest 17.10.2006. Kuigi Tika kruusakarjääri näol on tegemist mahajäetud karjääriga, mis on kaevandamisloa rahuldamiseks hea eeldus, ei ole taotleja madala huvi tõttu tõenäoline menetluse positiivses suunas edenemine lähiajal. Paraku on nii Reinu III kui ka Orava lubjakivikarjäärid, kus kruus on kaasnev maavara, mistõttu on kruusa maht marginaalne.

⁶³ <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver/Maardlate-kaardirakendus-p129.html>

⁶⁴ lubjakivikarjäärides kaevandatakse esimesena lubjakiviil lasuvaid kruusa ja liiva kihte

Mahajäetud karjäärdest on liiva ja kruusa täiendav uurimine ja kaevandamine perspektiivne Orava ja Purila (Röa) karjääris, kus Purila (Röa) karjääris on peenosise sisaldus eeldatavasti alla 15% ja Orava karjääris alla 8% [22]. Seega on soovitatav alustada täiendavate uuringutega Orava karjääris, mis asub Orava lubjakivikarjääri kõrval. Nagu kogu maakonnale omane on karjäärde potentsiaalne varu kogus suhteliselt väike.

Uuringuloo taotlusi on esitatud järgmistele uuringuruumidele: Ahekõnnu III, Lümandu, Raja II, Sutlema II, Mustu, Luiste, Mustu II, Kohatu, Alesti VI ja Järvakandi. Konsultant hindab nendest perspektiivituks Kohatu uuringuruumi taotluse, kuna kohalik omavalitsus on avaldanud oma vastuseisu võimalikule kaevandamistegevusele, mistõttu on menetlus alates 2009. aastast seisnud. Muudel taotlustel uuringu tegemise ajal teadaolevad keeldumise alused puuduvad.

Olemasolevatest maardlatest leidub sobiva kvaliteediga liiva ja kruusa Sillaotsa, Rüütja ja Seli maardlates, kus Sillaotsa karjääris on peenosise sisaldus eeldatavasti alla 15% ja Rüütja ja Seli karjääris alla 8%. Küll aga tekib nende karjäärde avamisel palju sotsiaalseid küsimusi, sest näiteks Seli maardla asub tihedalt asustatud Pirgu küla lähedal.

Kokkuvõtlik ülevaade eelnevalt kirjeldatud Raplamaa potentsiaalsest liiva ja kruusa varust on toodud lisas 18. **Konsultandi hinnangul saab nimekirjas olevatest kaevandamiskohtadest defitsiidi vältimiseks ilma oluliste täiendavate kulutusteta laiendada kaevandamist Reinu maardlas Reinu III lubjakivikarjääris ja Orava maardlas. Kuna soodsate kohtade arv Raplemaal on piiratud, tuleb lisaks vaadata selliseid kaevandamiskohti, kus saab hakata kaevandama täiendava ressursikuluga. Eelistatud kohtadeks on Ahekõnnu III ja Mustu uuringuruumid.**

Kuna Raplamaad iseloomustab suurte liiva ja kruusa maardlate puudumine, on varustuskindluse suurendamiseks ainuke võimalus avada rohkem väiksemaid karjääre. Siinjuures tuleks eelistada väiksema peenosise sisaldusega maavara, eriti vähe leidub alla 3% sisaldusega liiva ja kruusa.

Järgnevalt hinnatakse varustuskindlust käesolevas peatükis välja toodud potentsiaalsete kaevandamiskohtade lisandumisel hindamaks, kui palju on võimalik varustuskindlust tõsta. Täpsema peenosise sisalduse info puudumisel võetakse aluseks maakonna keskmine protsentuaalne jaotus. Rapla maakonnas leidub uuringu aluseks olevate andmete järgi keskmiselt $\leq 15\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa 81%, $\leq 8\%$ liiva ja kruusa 53% ja $\leq 3\%$ liiva ja kruusa 4%. **Seega väikese peenosise sisaldusega maavara leidubki Rapla maakonnas väga vähe.**

≤ 15% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m³)	Varu (tuh m³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	11450	9160	18,5	14,8
2018	11187	8950	16,5	13,2
2019	10925	8740	14,8	11,9
2020	10129	8103	12,7	10,2
2021	9333	7466	11,7	9,4
2022	8537	6829	10,7	8,6
2023	7741	6193	9,7	7,8
2024	6945	5556	8,7	7,0
2025	6149	4919	7,7	6,2
2026	5860	4688	7,4	5,9
2027	5571	4457	19,3	15,4

≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	7453	5963	12,8	10,2
2018	7225	5780	11,2	9,0
2019	6997	5598	10,0	8,0
2020	6236	4989	8,2	6,6
2021	5475	4380	7,2	5,8
2022	4713	3771	6,2	5,0
2023	3952	3161	5,2	4,2
2024	3190	2552	4,2	3,4
2025	2429	1943	3,2	2,6
2026	2178	1743	2,9	2,3

2027	1927	1542	7,7	6,1
-------------	------	------	-----	-----

≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	507	405	1,3	1,0
2018	474	379	1,1	0,8
2019	442	353	0,9	0,7
2020	0	0	0,0	0,0
2021	0	0	0,0	0,0
2022	0	0	0,0	0,0
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Tabeli 32 järgi on võimalik ≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ning kruusa teenindusala varustuskindlus Rapla maakonnas tõsta rahuldavale tasemele. ≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ning kruusa osakaal jääb tõenäoliselt edaspidi väga madalaks.

Tabel 33. Liiva ja kruusa potentsiaalne varustuskindlus Rapla maakonnas 50 km veokaugusega

≤ 15% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	4863	3890	9,1	7,3
2018	4684	3747	7,9	6,3
2019	4505	3604	6,9	5,5
2020	3793	3034	5,3	4,3
2021	3080	2464	4,3	3,5
2022	2368	1894	3,3	2,7
2023	1655	1324	2,3	1,9
2024	943	754	1,3	1,1
2025	231	184	0,3	0,3
2026	34	27	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	3590	2872	6,9	5,5
2018	3428	2742	5,9	4,8
2019	3266	2613	5,1	4,1
2020	2570	2056	3,7	3,0
2021	1875	1500	2,7	2,2
2022	1179	943	1,7	1,4
2023	483	387	0,7	0,6
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

≤ 3% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	507	405	1,3	1,0
2018	474	379	1,1	0,8
2019	442	353	0,9	0,7
2020	0	0	0,0	0,0
2021	0	0	0,0	0,0
2022	0	0	0,0	0,0
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Arvestades potentsiaalsete varude hindamises ka optimaalse veokaugusega jääb liiva ning kruusa teenindusala varustuskindlus Rapla maakonnas olenemata savi- ja tolmu sisaldusest kriitilisele tasemele, seda just veokauguse tõttu. See viitab, et Raplamaal tuleb kasutusele võtta suure savi- ja tolmu sisaldusega liiv ja kruus.

Suure savisisaldusega materjali omadusi saab sõelumisega parandada. Materjali sõelumine aga muudab toote kallimaks. Kõige efektiivsem meetod on märgsõelumine, mis tõstab toote hinda ligikaudu 1,2 eurot tonni kohta. Teine võimalus on kasutada Harjumaa liiva ja kruusa.

Kolmanda võimalusena võib liiva ja kruusa asemel muldkeha ehitamisel osaliselt kasutada ehitusotstarbelist karbonaatkivimit, millest toodetud killustikul on märgsõelumisega peenosise sisaldus vähendatud kuni kategooriani f_4 (4%). Sellisel juhul tuleb killustik segada muldkeha materjaliga ühtlaselt soovitusliku vahekorraga liiv/killustik 50/50 kuni 60/40. Karbonaatkivikillustikku ei tohiks kindlasti kasutada veega kokkupuutuvates muldekihtides. Sellise lahenduse kasutamisel tuleb projektlahenduses ette näha meetmed välismõjutuste (eelkõige ilmastik) vähendamiseks ning killustikust konstruktsioonikihtide ja pinnasevee vahelise kokkupuute vältimiseks. Ilmastikumõjude vähendamiseks on näiteks võimalik katta muldkeha nõlvad vett eemalejuhtiva kangaga või pinnasega.

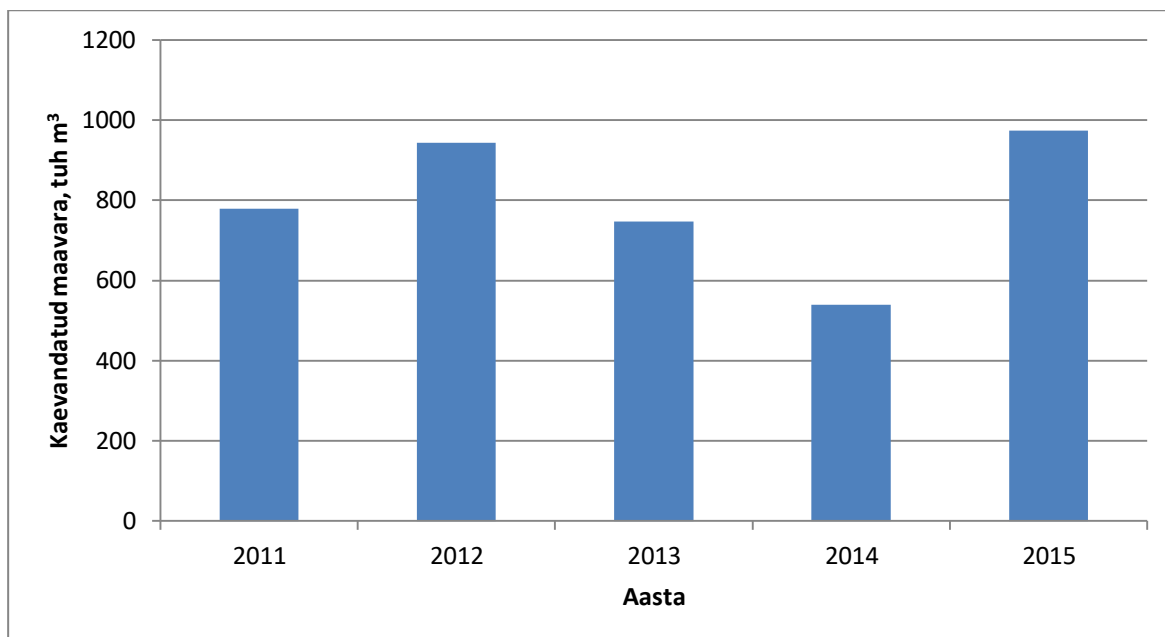
6.3. Harjuma

6.3.1. Ehitusotstarbeline karbonaatkivim

Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on Harjumaal uuringu tegemise hetkel kvaliteediti väga erinev. Madalama purunemiskindluse kategooriaga killustiku (LA_{35}) tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on rahuldaval tasemel, samas kui tugevama purunemiskindluse kategooriaga killustiku (LA_{30}) tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on kriitiline (vt peatükk 5.2.4.). Harjumaad iseloomustab geoloogiliselt ühtlane karbonaatkivimi levik, mitmete suurte karjääride paiknemine Tallinna ümbruses ja kõrged kaevandamismahud (võrreldes teiste piirkondadega) aastate lõikes (joonis 10). Kaevandamismahud võrreldes muude piirkondadega on mitu korda suuremad.

Kuna Rail Balticu ehitamiseks kulub (liiva ja kruusaga võrreldes) karbonaatkivimit suhteliselt vähe, mis on Harjumaal võrreldav suurusjärguga 10 - 30% aastasest kaevandamismahust, ei mõjuta Rail Balticu ehitamine olulisel määral ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlust. LA_{30} purunemiskindluse kategooriaga killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlus on kriitiline olenemata lisanduvatest projektidest. **Seega on oluline tõsta Harjumaal LA_{30} purunemiskindluse kategooriaga killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varustuskindlust.**

Joonis 10. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi kaevandatud mahud koos kadudega teeninduspiirkonna Harjumaa osas⁶⁵



Kaevandamisloa taotlusi on esitatud järgmistele mäeeraldistele: Loo lubjakivikarjäär, Loo II lubjakivikarjäär, Vao lubjakivikarjäär, Rummu III lubjakivikarjäär, Harku III lubjakivikarjäär, Harku VI lubjakivikarjäär, Naistesoo lubjakivikarjäär, Vasalemma II lubjakivikarjäär ja Jägala lubjakivikarjäär. Konsultant hindab nendest perspektiivseteks Vao lubjakivikarjääri, Rummu III lubjakivikarjääri, Harku III lubjakivikarjääri, Harku VI lubjakivikarjääri, ja Jägala lubjakivikarjääri kaevandamisloa taotlused. Vao lubjakivikarjääri, Harku III lubjakivikarjääri, Harku VI lubjakivikarjääri taotluste puhul on sisuliselt tegemist mäeeraldiste laiendamisega. Rummu III lubjakivikarjääri puhul on tegemist osaliselt kaevandamisega rikutud alaga. Ainuke perspektiivne uus mäeeraldis on Jägala lubjakivikarjäär, kus ettevalmistustööd on kestnud üle kümne aasta. Vaatamata probleemidele on tegemist hea asukohaga ja kvaliteediga maardlaga asendamaks tulevikus Harjumaa idaosa ammenduvaid lubjakivikarjääre. Peale Rummu karjääri ei ole Harjumaal ehitusotstarbelise karbonaatkivimi uurimiseks

⁶⁵ <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver/Maardlate-kaardirakendus-p129.html>

ja kaevandamiseks perspektiivseid mahajäetud karjääre [23]. Ehitusotstarbelise kasutusala lubjakivi on Rummu III lubjakivikarjääris ligikaudu 10% (65 tuh m³) kogu mäeeraldise maavaramahust, enamiku moodustab tehnoloogiline lubjakivi.

Uuringuloo taotlusi on esitatud järgmistele uuringuruumidele: Riomäe, Lõuna-Väo II, Tondi-Väo II, Rannamõisa, Rannamõisa II, Jägala II ja Väo VII. Konsultant hindab nendest perspektiivseteks Lõuna-Väo II, Tondi-Väo II ja Väo VII uuringuruumide. Kõik nad on suunitlusega karjäärade laiendamiseks Väo maardlas.

Maardlatest on arvestatavas koguses aktiivset tarbevaru Maidla ja Nabala maardlates. Nendesse maardlatesse on taotletud kaevandamislube Maidla lubjakivikarjääri, Tammiku lubjakivikarjääri, Tagadi lubjakivikarjääri, Nõmmevälja karjääri ja Nõmmküla lubjakivikarjääri, kuid kaevandamislubade andmisest on keeldutud. Sealjuures ei ole keelduvaks asjaoluks olnud tehnoloogilised või kvaliteedi probleemid, vaid sotsiaalsed või looduskaitsealised asjaolud. Kuigi Nabalas on mäetehnilised tingimused küllalt keerulised, sest kogu kasulik kiht paikneb allpool põhjavee taset ning maavara katend on küllaltki paks. Nabalas on arvel 39,5 miljonit m³ lubjakivi aktiivset tarbevaru, lubjakivi survetugevusmark varieerub 300 - 800 vahel, mistõttu ei sobi kogu maardla LA₃₀ killustiku tootmiseks. Maidlas on mäetehnilised tingimused jällegi suhteliselt lihtsad, kattekihi keskmine paksus on 0,8 m ja lubjakivi ei oma olulist põhjaveevaru. Maidlas on arvel 3,5 miljonit m³ lubjakivi aktiivset tarbevaru, lubjakivi survetugevus vastab margile 800, seega sobib maardla LA₃₀ killustiku tootmiseks. Tehnoloogiliselt on maavara kaevandatav nii Maidla kui ka Nabala maardlas. Uute maardlate avamisel Harju maakonnas tuleb esmalt lahendada sotsiaalsed küsimused ning leida tasakaal ühiskonna tarbimise ning taluvuse ja keskkonnahoiu vahel. Antud uurimustöös potentsiaalse varustuskindluse arvestuses Maidla ja Nabala maardlatega arvestatud ei ole, kuna praeguse teabe juures ei ole nendes maardlates kaevandamine tõenäoline. Arvestatud ei ole ka veokaugusega, kuna see ei mõjuta oluliselt Harjumaa ehitusotstarbelise karbonaatkivimi potentsiaalset varustuskindlust.

Kokkuvõtlik ülevaade eelnevalt kirjeldatud Harjumaa potentsiaalse ehitusotstarbelise karbonaatkivimi varust on toodud lisas 17. **Konsultandi hinnangul saab nimekirjas olevatest kaevandamiskohtadest defitsiidi**

vältimiseks ilma oluliste täiendavate kulutusteta laiendada karjääre Vão ja Harku maardlates ning uue karjääri avamiseks on perspektiivne Jägala maardla (Jägala lubjakivikarjäär).

6.3.1.1. Ehitusotstarbeline karbonaatkivimi potentsiaalsete kaevandamiskohtade lisandumisel

Järgnevalt hinnatakse varustuskindlust käesolevas peatükis toodud potentsiaalsete kaevandamiskohtade lisandumisel.

Tabel 34. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi potentsiaalne varustuskindlus Harju maakonnas

Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	23894	19115	26,2	21,0	11713	9370	12,9	10,3
2018	22993	18394	25,2	18,1	10813	8650	11,8	9,5
2019	22093	17674	24,1	19,3	9912	7930	10,8	8,7
2020	21176	16941	23,1	18,5	8995	7196	9,8	7,9
2021	20259	16207	22,1	17,7	8079	6463	8,8	7,1
2022	19342	15474	21,1	16,9	7162	5730	7,8	6,3
2023	18426	14741	20,1	16,1	6246	4997	6,8	5,5
2024	17509	14007	19,1	15,3	5329	4263	5,8	4,7
2025	16592	13274	18,1	14,5	4412	3530	4,8	3,9
2026	15602	12481	17,0	13,6	3422	2738	3,7	3,0
2027	14611	11689	14,8	11,8	2431	1945	2,5	2,0

Tabelite 34 ja 35 järgi on võimalik LA₃₀ killustiku tootmiseks sobiliku ehitusotstarbelise karbonaatkivimi teenindusala varustuskindlus Harju maakonnas tõsta rahuldava taseme lähedale. See eeldab kõikide eelpool toodud potentsiaalsete kaevandamiskohtade realiseerumist.

Tabel 35. Ehitusotstarbelise karbonaatkivimi potentsiaalne varustuskindlus Harju maakonnas KG1 ehitamisel karbonaatkivimist

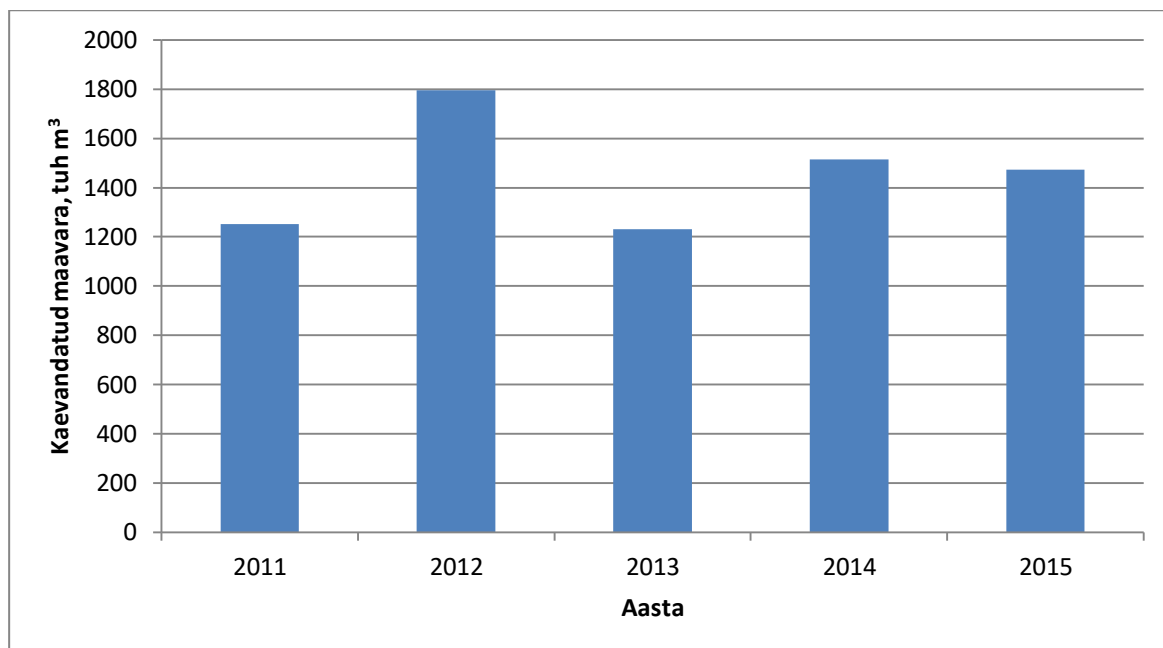
Aasta	LA35 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks				LA30 purunemiskindlusega killustiku tootmiseks			
	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustus-kindlus, a	Varustus-kindlus 80% täpsusega, a
2017	23894	19115	25,3	20,3	11713	9370	12,4	9,9
2018	22993	18394	24,2	17,4	10813	8650	11,4	9,1
2019	22093	17674	23,1	18,5	9912	7930	10,4	8,3
2020	21128	16902	21,9	17,5	8948	7158	9,3	7,4
2021	20164	16131	20,9	16,7	7983	6387	8,3	6,6
2022	19199	15359	19,9	15,9	7019	5615	7,3	5,8
2023	18234	14588	18,9	15,1	6054	4843	6,3	5,0
2024	17270	13816	17,9	14,3	5090	4072	5,3	4,2
2025	16305	13044	16,9	13,5	4125	3300	4,3	3,4
2026	15315	12252	15,9	12,7	3135	2508	3,3	2,6
2027	14324	11459	14,5	11,6	2144	1716	2,2	1,7

Arvestades, et Harjumaa kaevandamismahud jäävad stabiilseks ka tulevikus, saab järeldada, et varustuskindlus purunemiskindlama kivi järele jääb Harju maakonnas häirituks vähemalt 5 miljoni m³-i kaevandatava varuga karjääri avamiseni. Olemasolevaid karjääre on veel võimalik mõningal määral laiendada, kuid seda ei saa teha lõpmatuseni.

6.3.2. Liiv ja kruus

Harjumaal valitseb uuringu tegemise hetkel liiva ja kruusa rahuldav varustuskindlus, seda nii madala kui kõrge peenosise sisaldusega maavara kohta (vt peatükk 5.3.4.). Harjumaad iseloomustab suhteliselt ühtlane liiva ja kruusa levik, mitmete suurte karjäärade paiknemine Tallinna ümbruses ja ühtlased kaevandamismahud aastate lõikes (joonis 11). Kaevandamismahud võrreldes muude piirkondadega on mitu korda suuremad.

Joonis 11. Kuni 15% peenosise sisaldusega liiva ja kruusa kaevandatud mahud koos kadudega teeninduspiirkonna Harjumaa osas⁶⁶



Varustuskindluse tõstmiseks pole eraldi tegevusi ette näha, sest olemasolevate karjääride ammendumisel (varustuskindluse langemisel) on kaevandamiseks sobilikku maavara veel.

6.4. Kaugemal asuvad piirkonnad

Väljaspool teenindusala asuvaid potentsiaalseid piirkondi lähemalt ei analüüsita liialt pika veokauguse (kohati 70 km ja enam) tõttu. Kaugemad piirkonnad paiknevad Rail Balticu trassis suhtes eelkõige idas, aga ka Läänemaa lääneosas. Selline paiknemine teeb materjali transpordi veokauguse pikemaks eelkõige põhimaanteed valdava põhi-lõuna suunalisuse (Tallinna järgi) tõttu. Sellegipoolest võib teenindusala varustuskindlust tervikuna tõsta, kui tugevdada teeninduspiirkonna äärealade varustuskindlust. Selleks sobivad järgnevalt mainitud mahajäetud karjäärid Järva, Lääne ja Viljandi maakonnas. Mahajäetud

⁶⁶ <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver/Maardlate-kaardirakendus-p129.html>

karjääride kasutuselevõtmise ajakulu võib olenevalt objektist olla erinev, kuid teadliku tegutsemise korral (ja menetluslike takistuste puudumisel) on võimalik mahajäetud karjäär avada 2 kuni 3 aasta jooksul hiljemalt aastaks 2020, mis kattub Rail Balticu ehitamise algusega.

Raplamaa potentsiaalsed varustuskindlust saab kaudselt tõsta, kui uurida Järva ja Lääne maakonna maavarasid. Kaevandamisega rikutud ja mahajäetud ehitusmaavarade karjääride Põhja-Eesti revisjoni järgi tasub uuringutega alustada geoloogiliste eelduste poolest Ammuta (Laasmiku), Kalitsa, Karude, Kihli, Koigi ja Kõltsi karjääris. Neist Karude ja Kõltsi on keskkonnaregistri maardlate nimistus vastavalt ehituskruusa aktiivse reserv- ja tarbevaruga. Kaevandamisega rikutud ja mahajäetud ehitusmaavarade karjääride Lääne-Eesti revisjoni järgi tasub Läänemaa uuringutega alustada geoloogiliste eelduste poolest Annamõisa, Lakenõmme, Luigu ja Silgi karjääris. [22, 23]

Pärnumaa potentsiaalsed varustuskindlust saab kaudselt tõsta, kui uurida Viljandimaa maavarasid. Kaevandamisega rikutud ja mahajäetud ehitusmaavarade karjääride Lääne-Eesti revisjoni järgi tasub uuringutega alustada geoloogiliste eelduste poolest Labida, Linsi, Mäeküla ja Toosi karjääri alal ja lähiümbruses. Linsi karjääri alal asuvad III kaitsekategooria loomade elupaigad. [22]

6.5. Tegevuskava riskihinnang

Tegevuskavas välja toodud kaevandamisalade potentsiaali on hinnatud teadaoleva info järgi, kuid ettevalmistustööde käigus lisanduva teabe põhjal võivad järeldused muutuda. Seega tuuakse järgnevalt välja väljapakutud varustuskindluse suurendamise tegevuskava suurimad riskid ja antakse meetmed ning soovitused riski maandamiseks. Soovituste andmisel lähtutakse kehtivast õigusest ning soovitusi õigusaktide muutmiseks ei anta.

6.5.1. Olemasolevate maardlate vähesus

Maardlaid võetakse arvele geoloogiliste uuringute tulemusena, mida korraldavad eraettevõtjad. Seetõttu on geoloogilised uuringud suunatud eelkõige ettevõtete ärihuvist. Suurte investeeringute tõttu ei otsita maavaravaru tagavaraks, vaid pigem otsitakse maavara konkreetse suunitlusega paari aasta perspektiiviga, et investeeringud ennast ära tasuks.

Paari aasta perspektiiv tuleneb asjaolust, et geoloogilise uuringu tegijal püsib eelis samale alale kaevandamisloa taotlemiseks aasta möödumisel loa kehtivuse lõppemisest [17, § 50 lg 7]. See tagab geoloogilise uuringu tegijale kindluse, et tema raha eest uuritud maavara ei taotle keegi teine kaevandamiseks ühe aasta jooksul. Samas muudab see geoloogiliste uuringute tegemise perspektiivi lühiajaliseks ning suurte projektide tekkimisel on maardlate registris puudu maavara leiukohtade infost.

Maardlate nimekirja mitmekesistamiseks ja maavaravaru leidmiseks kohtades, kus tarbimine võib hüppeliselt kasvada, võib riik⁶⁷ tellida üldgeoloogilise uurimistöö maavara leviku selgitamise eesmärgil, mis aitaks eraettevõtjatel edasise geoloogilise uuringu plaanisel maavara kaevandamise ja kasutusele võtmise eesmärgil. Alasid, kus üldgeoloogilise uurimistöödega alustada võib liivale ja kruusale valida Rail Balticu lähedalt Pärnumaal ja Raplamaal. Üldgeoloogilise uurimistöö kaudu maavara leviku selgitamise ajakulu on kõikidest variantidest suurim, kuid alternatiivide puudumisel ainuvõimalik variant. Alustades üldgeoloogilisest uurimistööst on võimalik karjäär avada 5 kuni 6 aastat jooksul hiljemalt aastaks 2023, mis kattub Rail Balticu ehitamise ajaga.

Kuigi Harjumaal on lubjakivi kõrgema purunemiskindluse potentsiaaliga karbonaatkivimi defitsiit, on seal põhjused pigem keskkonnakaitselist ja sotsiaalmajanduslikku laadi, mitte maavara leitavuses. Lihtsustatult ei ole uute karjääride avamine ühiskonnale vastuvõetav asustatud alade lähedal häiringute tõttu inimesele ja ka asustatud aladest kaugemal häiringute tõttu loodus- ja puhkeväärtustele. See on põhjustatud Harjumaa tihedast inimasustusest (võrreldes muu Eestiga), mis tingib suurema vajaduse elurajoonide ja puhkealade järgi, kuid teisest küljest suuremat taristut ja survet (ehitus)maavara kasutamiseks. Selline trend on Harjumaal pigem suurenev.

⁶⁷ MKM loodava Geoloogiateenistuse kaudu

Eelnevatel põhjustel ei ole palju selliseid vabasid maardlaid, kus saaks kaevandamistegevusega mõistliku aja jooksul alustada. Enamasti on kasutuseta maardlad jäänud seniajani avamata mõnel takistaval põhjusel, mis muudab võimalike taotlejate huvi leigeks ja kaevandamisloa saamise potentsiaali madalaks. Maavaravaru on passiivne juhul, kui selle kaevandamine ja kasutamine on õigusaktide kohaselt keelatud või ei ole selle kaevandamine ja kasutamine keskkonnakaitse vajadust arvestades võimalik. Muul juhul on maavaravaru aktiivne [17, § 23 lg 6]. Lihtsustatud loogika järgi peaks sel juhul aktiivse maavara kaevandamine ja kasutamine olema õigusaktide kohaselt lubatud ning selle kaevandamine ja kasutamine keskkonnakaitse vajadust arvestades võimalik. Praktikas see nii ei ole. Aktiivne tarbevaru annab õiguse taotleda kaevandamisõigust ning kaevandamise võimalikkus selgitatakse menetluse käigus. See tekitab petliku arusaama aktiivse tarbevaru kaevandamispotentsiaalset ning sellega arvestamisest planeerimisprotsessis.

Seega tasub edaspidises planeerimise protsessis arvestada, et aktiivse varu kaevandamine ja kasutamine ei pruugi alati olla tõendatud (aktiivne varu ei vasta tegelikult maapõueseaduse § 23 lg-le 6).

Tarbevaru ja reservvaru eristamise aktiivseks ja passiivseks otsustab keskkonnaregistri kande tegemise otsustaja, tuginedes üldgeoloogilise uurimistöö või geoloogilise uuringu tulemustele ja muule keskkonnaregistri kande tegemise ajal saada olevale teabele [17, § 23 lg 7]. Seega saab aktiivse varu muutmine passiivseks toimuda geoloogiliste tööde tulemusena või muu õiguslikul alusel (näiteks kaitseala eeskiri keelab maavara kaevandamise).

6.5.2. Ettevalmistustöödele kulub arvatust rohkem aega

Liiva ja kruusa karjäärade avamiseks koos geoloogiliste uuringutega võib konsultandi hinnangul optimaalselt kuluda 3 kuni 4 aastat ning lubja- ja dolokivikarjäärade avamiseks kuni 5 aastat. Sellise hinnangu andmisel on lähtutud senisest menetluspraktikast ning arvestamata on jäetud erijuhud, millele on kulunud oluliselt rohkem aega. Menetluse kestust on senimaani enim mõjutanud keskkonnamõju hindamine ja esitatud arvamustega arvestamine. Arvestades suurt avalikku huvi Rail Balticu ehitamise vastu on keskkonnalubade (nii uuringulubade kui ka kaevandamislubade) menetlemise ja KMH kestuse pikenemine vägagi võimalik. Lisaks kulutavad aega ja raha kohtuvaidlused, mis

võivad kesta mitmeid aastaid. Eeldatavasti kestab vaidlustatud menetlus kuni kaks korda kauem, seega liiva ja kruusa karjääridel kuni 8 aastat ja lubja- ja dolokivikarjääridel kuni 10 aastat. Seejuures on teadmata kohtuvaidluse tulem. Arvestades jällegi suurt avalikku huvi on keskkonnalubade ja KMH menetlemise vaidlustamine kohtus arvestatav risk.

Maapõueseaduse 01.01.2017 jõustunud redaktsiooni järgi rakendatakse menetlustele ajalist piirangut, mis väldib otstarbetult kaua kestvaid menetlusi. Nimelt on loa andjal kohustus otsustada üldgeoloogilise uurimistöö loa, uuringuloa ja kaevandamisloa andmine aasta jooksul nõuetekohase taotluse saamisest arvates. See kehtib pärast 01.01.2017 esitatud taotlustele ja menetluses olevatele taotlustele, milles on algatatud keskkonnamõju hindamine või loa andja on andnud eelhindangu tegevuse olulise keskkonnamõju kohta. See tähendab, et käesolevas uurimustöös pakutud tegevuskava rakendamisel kehtib lubade menetlemisel loa andmise üle otsustamisel aastane piirang. Samas annab seadus loa andjale võimaluse pikendada sätestatud tähtaega, kui ilmnevad asjaolud, mis ei võimalda loa andmise otsustamist selle tähtaja jooksul. Sellegipoolest peab tähtaja pikendamine olema põhjendatud.

Kokkuvõttes on konsultandi hinnangul maapõueseaduse uue redaktsiooni mõju menetluse kiirusele soodustav ning väldib ebamõistlikult pikki menetlusprotsesse.

Olemasolevate taotluste menetlemisel on Keskkonnaametil mõistlik esmalt rahuldada menetluses olevad mäeeraldiste laiendamise taotlused ja karjääri laiendamiseks suunatud uuringuloa taotlused ning seejärel taotlused uute karjääride avamiseks (kui menetluse käik seda võimaldab). Loa andmise menetluses varustuskindluse hinnangu andmisel võib loa andja küsida sisendit MKM-i haldusalast kaevandamismahtude hindamiseks. Seda tehakse ka praeguse praktika järgi. Konsultandi hinnangul ei ole ilmtingimata vaja küsida arvamust iga taotluse kohta, vaid võiks arvestada nõrga varustuskindlusega piirkondades oluliste maavara omadustega. See eeldab MKM-i haldusalast maavara omaduste kohta sisendi andmist Keskkonnaametile. Võimalusel võib arvestada ka maavarast toodetud toodete omadustega (nt killustiku mitte lubjakivi omadused, liiva filtratsioon). **MKM-i koostöö Keskkonnaametiga aitaks kaasa maavarast toodetud materjalide omadustega arvestamisele ja väldiks**

loa andmisest keeldumist tegelikult nõrga varustuskindlusega piirkondades (nt hästi filtreeruva liiva puhul).

6.5.3. Kaitsealuse objekti leidmine kaevandamistegevuse ettevalmistamisel

Maardla arvele võtmisel või geoloogilise uuringu loa taotlemisel suureneb arusaadaval põhjusel järsult huvi selle paiga kultuuri- ja loodusväärtuste kohta. Nii võib juhtuda, et I või II kaitsekategooria liigi püsielupaiga avastamisel muutub väljavaade kaevandamistegevuse realiseerimiseks, vähemalt täies mahus, oluliselt madalamaks. Samuti võivad kaevandamist piirata erinevad ajaloolised ja muinsuskaitsetelised piirangud.

Seetõttu peaks alustama uutel maardlatel KMH eelhindanguga võimalikult varakult, et leida kaevandamise võimalikke kitsaskohti ja hinnata maardla perspektiivi (välistada perspektiivitu aktiivne tarbevaru). KMH vajalikkust kaalub loa andja ja KMH eelhindang antakse tegevusloa taotlemise käigus⁶⁸. **KMH eelhindangu kvaliteedi tõstmiseks (et teha õige otsus võimalikult varakult) on võimalik kaevandajal esitada kaevandamisloa taotluse materjalidega (taotluse motiveerimisel) aktiivse tarbevaru kaevandamisväärsuse tõendamiseks ja KMH eelhindangu koostamiseks vajalik info⁶⁹.** Selline lähenemine peaks aitama välja selekteerida kaevandamiseks kindlasti mittesobivad kohad võimalikult varakult.

Lisaks tuleb keskkonnamõju hindamisel tähelepanu pöörata selle kvaliteedile. Madala kvaliteediga (eelarvega) keskkonnamõju hinnangud külvavad usaldamatust ja pidurdavad protsessi.

⁶⁸ [KMH/KSH eelhindamise juhend otsustaja tasandil, sh Natura-eelhindamine](#)

⁶⁹ Kriteeriumid on toodud Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse § 6 lõikes 3

6.5.4. Vähene info uuringualade kohta

Kuna uuringualadel alustatakse tihti geoloogilise uuringuga ilma eelneva üldgeoloogilise uurimistööta, on uute uuringualade kohta teada vähe infot. Seetõttu on palju selliseid uuringuloo taotlusi, millede menetlemisel ei ole toiminguid tehtud aastaid. Tavaliselt on takistavaks asjaoluks suur vastuolek võimalikule kaevandamisele, kas läbi kohaliku omavalitsuse või kaudselt loodusobjekti kaitse alla võtmise. Kindlasti ei ole need ainukesed põhjused ja loa andmise menetluse eesmärk ongi välja selgitada kas ja milliste omadustega maavara levib ning kas seda on võimalik kaevandada. Küll aga on sellistel juhtudel raske arvestada maavara potentsiaaliga (potentsiaalse maardlaga).

Seisvate menetluste lõpetamiseks oleks kasulik loa andjal (Keskkonnaametil) menetlused üle vaadata ning madala perspektiiviga menetlused kokkuleppel taotlejaga lõpetada. Nimelt võib taotleja enne haldusmenetluse lõppemist oma taotluse igal ajal tagasi võtta [24, § 14 lg 8]. Kui taotleja aga leiab, et taotlus on perspektiivne ja soovib menetlusega edasi minna, siis tuleks menetluse käiku proovida kiirendada. Uute plaanitavate geoloogiliste tööde puhul võiks läheneda esmalt üldgeoloogilise uurimistöö tasandil riigi kaudu, misjärel teha suunatud geoloogilisi uuringuid.

6.5.5. Vastuseis kaevandamisele

Kaevandamine ja sellele eelnevad geoloogilised uuringud on suunatud eelkõige ettevõtete ärihuvist, mis alati ei ühti kohaliku omavalitsuse või kogukonna huvidega. **Vältimaks üllatust kohaliku omavalitsuse vastuseisu näol tuleb Keskkonnaametil alustada koostööst kohaliku kogukonnaga läbi kohaliku omavalitsuse või külaseltside juba plaanimisprotsessi alguses.** Osapoolte parem informeeritus tagab suurema tõenäosuse uuringu- või kaevandamisloa saamiseks. Võimalik on kokku leppida leevendavates meetmetes kaevandamisest tingitud häiringute tõttu. Kuna KOVi koosseis on vahetuv (valimised, haldusreform), siis võib uus koosseis olla teistsugusel arvamusel vaatamata esialgu laabunud koostööle. Viimase riski maandamiseks võib näiteks sõlmida kirjalikke leppeid kaevandaja ja KOV-i vahel. Selleks tuleb Rail Balticu arendajal suhelda varakult potentsiaalsete kaevandajatega, et neil oleks teadmine ja huvi karjääride avamiseks ja vastavate kokkulepete sõlmimiseks.

Suurema maavara nõudluse tagajärjel suurenevad kaevandatavad mahud ja avatakse rohkem karjääre. Intensiivsem kaevandamine tõstab riski uute kogenematute (iseги pahatahtlike) kaevandajate lisandumiseks (kiire raha teenimise eesmärgil). See tähendab, et maavara kaevandatakse ära, kuid kaevandatud maa jääb korrastamata, mis langetab mäetööstuse mainet tervikuna ja tõstab vastuseisu kaevandamisele.

Tegevuses olevate üldgeoloogilise uurimistöö loa, uuringuloa või kaevandamisloa omajad peavad korrastama uuritud või kaevandatud maa tehnoloogia seisukohalt otstarbekal ajal. Korrastamiskohustus säilib ka juhul, kui luba on kehtivuse kaotanud või kehtetuks tunnistatud. Kaevandatud maa tuleb korrastada korrastamisprojekti kohaselt. [17]

Korrastamisprojektide koostamise pädevus on mitmetel mäebüroodel ning korrastamine on osa normaalsest kaevandamistegevusest. See tähendab, et kaevandajad arvestavad oma tegevuses korrastamiskuludega. Kulud peegelduvad kaudselt materjali hinnas. Lisaks on korrastamiskohustuse kontroll viimastel aastatel muutunud tõhusamaks. Seda kinnitavad Keskkonnaameti meeldetuletused ja sunniraha rakendamise juhtumid⁷⁰. **Riski vähendamiseks tuleb järelevalvet ja abi (eelkõige infona) korrastamiskohustuse täitmisel suunata uutele ja kogenumatele kaevandajatele.**

6.5.6. Maavara omaduste põhjal tehtavate järelduste ebatäpsus

Maavarale esitatud omadused ei ühti üks ühele maavarast toodetud täitematerjalide esitatud omadustega, mistõttu ei saa neid otseselt võrrelda. Käesolevas uurimustöös on proovitud maavara potentsiaali hinnata prima teadmise põhjal, kuid hinnangute mõningane ebamäärasus on vältimatu. Näiteks võib esineda maavara, kus üle 15% peenosiste sisaldusega liiv omab rahuldavat filtratsioonimoodulit või 800 kg/cm² survetugevusega karbonaatkivim, millest saab toota LA₃₀ purunemiskindluse kategooriale vastavat killustikku.

⁷⁰ <http://www.saarlane.ee/uudised/uudis.asp?newsid=52738&kat=1&y=0>

Seetõttu tuleb materjali omaduste tõendamiseks ehituses sooritada standardijärgsed katsed võimalikult vara, soovitatavalt juba geoloogiliste uuringute käigus. Suuremate objektide puhul, kus tarbimine võib hüppeliselt kasvada, tasub kaaluda täiendavate katsete tegemist MKM-i tellimusel üldgeoloogilise uurimistöö käigus.

Õigete tulemuste saamiseks peab arvestama piisavaid labori katsekoguseid [25]. Karbonaatsest kivist tuleb proovi purustamisel labori lõugpurustis toota katsepartii, millele määrata täitematerjalile esitatud omadused. Liiv eraldi ettevalmistamist ei vaja. Nende tulemuste põhjal saab täpsemalt määrata maavara sobivust ehituses ning arvestada ka kaevandamisloa taotluse menetluses mäeeraldise saamise vajaduse hindamisel.

Raudtee ehitamiseks vajalike uute täitematerjalide toodetele tuleb MKM-i ja TJA koostöös koostada katsetatavate põhiomaduste nimekiri koos katsemetoodikaga ning seejärel TJA täitematerjalide turujärelevalvel kontrollida Eesti maavaradest toodetud täitematerjalide sobivust nendele.

Lisaks on käesolevas töös varustuskindluse arvestuses võetud arvesse geoloogilise andmestiku vastavuse tõenäosust tegelikkusele (80% ulatuses), mis leevendavad võimalikke eksimusi.

6.5.7. Keskmiste kaevandatud mahtude ebatäpsus

Varustuskindluse hinnang on tehtud eeldusel, et maavara tarbimise trend tulevikus on samaväärne viimase viie aasta kaevandamismahule. Viimase viie aasta kaevandamismahul põhinevaid koguseid tulevikus on suurendatud, kui on eeldust arvata, et konkreetsetes piirkonnas nõudlus suureneb. Selleks on arvestatud piirkonnas kokku ja kolmes maakonnas eraldi suurematele teehitusobjektidele kuluvaid koguseid ja hinnatud, kas need suurendavad järgmise kümne aasta nõudlust oluliselt. Nendele kogustele on lisatud Rail Balticu ehitamiseks vajalikud kogused. Arvestatud on maavarast tooteks tootmisel maavara kadudega ja mahumassi teisendusteguriga. Eelnevat arvestades on arvestatud kogu kaevandatav maht vahemikus 2017 - 2019 ja 2020 - 2025 ning keskmine kaevandatav maht aastas kuni aastani 2027.

Ühe või teise piirkonna maavara ajalooline kaevandamismaht ei garanteeri sarnast mahtu tulevikus. Seda võivad mõjutada ehitusobjektide rahastamise otsused, maavara veod 50 km piirkonnast kaugemale, poliitilised otsused jmt. Mõju on seda suurem, mida ettenägematum asjaolu on. Võimalikke ebatäpsusi lõpptulemuses leevendab geoloogilise uuringutäpsusega arvestamine.

Ebaühtlaste keskmiste kaevandamismahtudega piirkondi võib kahtluse korral ennetuslikult käsitleda kui madala varustuskindlusega piirkondi. Näiteks on ebaühtlased kaevandamismahud iseloomulikud Pärnumaale, kus liiva ja kruusa varustuskindlust tuleb vaatamata ebaühtlastele mahtudele tõsta.

Kuigi karbonaatse ehituskivi varustuskindlus on Pärnumaal uuringu hetkel rahuldav, tuleb tähelepanu pöörata piirkonna geoloogilisele eripärale. Pärnu maakonnas on tegemist geoloogiliselt sellise alaga, kus tinglikult Pärnu linna laiuskraadilt lõuna suunas avaneb Devoni ladestu, mille all levivad Siluri ja Ordoviitsiumi ladestutes karbonaatsed kivimid. Seetõttu lasub karbonaatkivim piisavalt sügaval maapõues, et selle kaevandamine ei ole majanduslikult ega keskkonnakaitselistest aspektidest otstarbekas paksu maavara katendi tõttu. Seepärast ei asu Pärnu linna laiuskraadilt lõunapool Pärnumaa ja Viljandimaa territooriumil ega ka on Lätis 50 km raadiuses Rail Balticu Eesti osa lõunapoolseimast punktist karbonaatkivimi karjääre (vt lisa 6) ega maardlaid.

Seega võib Pärnumaa karbonaatkivimit kuluda Rail Balticu ehitamiseks ka Eestist väljaspool, Läti Vabariigi põhjaosas, mille tagajärjel võib karbonaatkivimi kaevandamine Pärnumaa karjäärides intensiivistuda. See tõstab kaevandatavad mahud kõrgemale, kui algselt arvestatud. Viimane on tõenäolisem, kui karbonaatkivimist toodetud killustik sobib KG1 tootmiseks. Sellega arvestamiseks tuleb esmalt proovida KG1 nõuetele vastavat toodet karbonaatkivimist toota ning katsetada selle vastavust laboris.

6.5.8. Materjali kättesaadavus

Käesolevas töös on arvestatud, et kogu kaevandatav maavara on vaba turu tingimustes õiglase tasu eest kättesaadav. Sellegipoolest ei ole garanteeritud, et täitematerjali tootja oma materjali Rail Balticu ehituseks müüb. Mõningad karjäärid võivad olla objektipõhised, mis tähendab, et kaevandamisloa omanik kasutab nendes olevat materjali mõne muu (oma) objekti tarbeks. Sellise juhtumi tõenäosus on suurem, kui kaevandamisloa omanikuks on ehitusettevõtte,

kes on seotud muude objektidega ja mitte Rail Balticu ehitusega. Selline olukord võib tõsta materjali hinda märkimisväärselt või välistada selle kasutamise sootuks. Võimalik on ka subjektiivsetel põhjustel Rail Balticu ehituseks materjali mitte müüa. Subjektiivseteks põhjusteks võivad olla näiteks põhimõtteline vastuseis projektile, konfliktid ettevõtete (peatöövõtja ja alltöövõtja) ja konkurentide vahel. Vabal turul materjali kättesaadavust halvendavaid riske on otseste tegevustega keeruline maandada, kuid kaudselt aitab kindlasti parem teavitustöö ja projekti vajalikkuse ning kasulikkuse selgitamine.

7. ALTERNATIIVSETE MATERJALIDE KASUTAMINE

Järgnevalt analüüsitakse uuringus alternatiivsete materjalide kasutamise võimalusi. Alternatiivsete materjalidena vaadeldakse Eesti põlevkivitööstuse kõrvalprodukte - põlevkivi aherainest toodetud killustikku ja põlevkivituhka - ning Rootsi metallitööstuse kõrvalprodukte - šlakikillustikku ja šlakiliiva. Nende materjalide kohta tuuakse välja kvaliteedinäitajad ja materjalide käitumise konstruktsioonialemendina kas looduskeskkonnas või laborkatsete näidetena suhestatuna tavamaterjalide parameetritesse. Alternatiivsete materjalide kasutamist hinnatakse Rail Balticu raudtee ja muude seonduvate eelprojekteeritavate rajatistes osaliselt. Näiteks kõrgetes mulletes ja nõrga varustuskindlusega piirkondades. Lõppkokkuvõttes tehakse ettepanekud võimalike lahenduste osas, hinnatakse võimalikku mõju varustuskindlusele ning alternatiivide rakendamise orienteeruvat aja- ning ressursikulu.

7.1. Põlevkivi aherainest toodetud killustik

Eestis kasutatakse põlevkivi energeetika- ja keemiatööstuses. Kuna põlevkivi asub maapõues vaheldumisi lubjakiviga, tuleb lubjakivi põlevkivist välja sorteerida rikastamise teel. Rikastamismeetodina kasutatakse põlevkivitööstuses peamiselt rikastamist rasketes suspensioonides, milleks on vee ja magnetiidipulbri segu. Samuti on võimalikud erinevad kuivrikastamise meetodid. Erinevate rikastusmeetodite puhul on ainuke kõrvalprodukt rikastamisel välja separeeritud aheraine, milleks on savikas lubjakivi kuni 10 % põlevkivi sisaldusega.

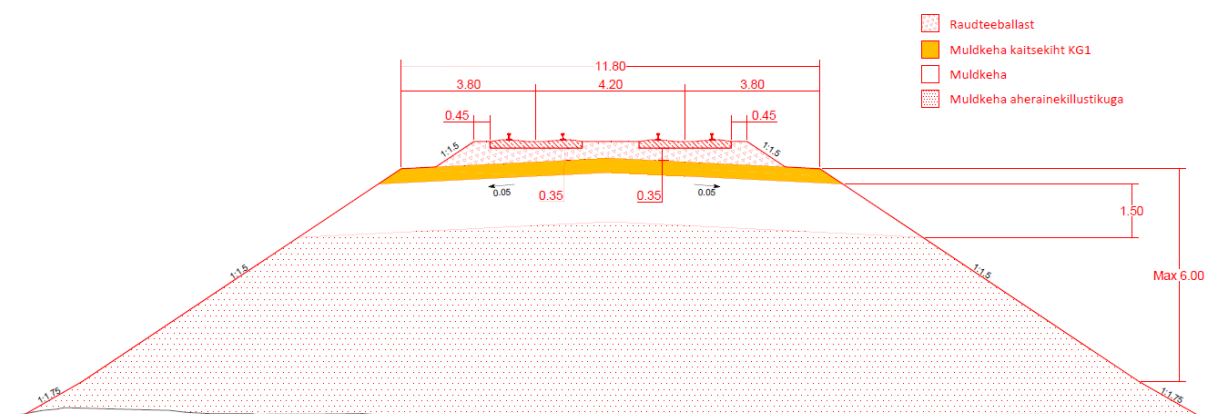
Aherainekillustikku tekib suuremates kogustes Enefit Kaevandused AS ja VKG Kaevandused OÜ tootmistes põlevkivi rikastamisel. Aherainekillustiku laialdasem kasutuselevõtt tõstaks põlevkivitööstuse lisandväärtust, kuna see on keskkonnasõbralik alternatiiv aherainemägedele. Aherainet on eeltöödeldult või töötlemata kujul seni kasutatud teetrasside, kergliiklusteede, metsateede, platside ja parklate rajamisel ning maastiku kujundamisel. [26]

7.1.1. Omadused ja sobivus

Teede-ehituses kasutuses olevad aherainekillustiku põhifraktsioonid on tee-ehituse projekteerimismismide [4] järgi 0/100 ja 100/300 mm, kuid purustamise ja sõelumisega saab toota ka peenemaid fraktsioone nagu 0/32, 4/16, 16/32 ja

Arvestades eelnevalt loetletud omadusi võib aherainekillustik sobida liiklussagedusega < 2500 tee aluse ehituseks, kui purunemiskindlus vastab $\leq LA_{35}$ ja külmakindlus F_4 kategooriale. Aherainekillustiku puhul on see efektiivse tootmisohjega saavutatav, kuid suure ebastabiilsuse riskiga (kõikuvad omadused). Praeguste tööprotsessidega on aherainekillustiku omadused kõikuvad ja jäänud ka allapoole eelnevatele näitajatele (kuni LA_{40} ja F_8). Kvaliteetse ehituse tagamiseks peavad materjalide omadused olema stabiilsed, mistõttu käesolevas töös aherainekillustiku kasutamise võimalusega ristuvate teede aluste ehituseks ei arvestata.

Joonis 12. Rail Balticu trassi tüüpkonstruktsiooni läbilõige kasutades aherainekillustikku



Suurem joonis raudtee tüüpkonstruktsiooni läbilõikest kasutades
aherainekillustikku eeltoodud kirjelduste kohaselt on toodud lisas 20.

Aherainekillustiku kasutamisel tuleb katseliselt määrata sobiv peenosise sisaldus, mis tagaks muldkeha filtratsiooninõude tervikuna. Eeldatavalt sobib peenosiste sisaldus väiksem kui f_4 . Vajadusel tuleb filtratsiooni tõstmiseks aherainekillustikust märgsõelumismeetodil peenosis välja sõeluda. Killustikku on mõistlik sõeluda tootmiskohas, kuid seda on võimalik teha ka ehitusplatsil enne kokku segamist liivaga.

Aherainekillustikust konstruktsioonikihi tühimikud peavad tee-ehituse projekteerimismäärade järgi olema täielikult täidetud materjaliga, mis täidab muldele esitatud nõudeid. Konstruktsioonikihi tühimike täitmiseks kasutada drenivat materjali, mille maksimaalne terasuurus on ≤ 16 mm ning mille filtratsioonimoodul on vähemalt 0,5 m/ööp. Aheraine tühiklikkus määrab segamiseks vajaliku täite koguse mahuliselt. Katseliselt on nii fraktsiooni 0/100 kui ka 100/300 mm puhul saadud tulemuseks, et tühiklikkus on ligi 40%. Arvestades liiva ja aheraine segamise tehnoloogiast tulenevat segamistäpsust, on soovituslik vahetegur liiv/aheraine 60/40. [4]

Aherainekillustikku pole lubatud kasutada veega kokkupuutuvates muldekihtides. Aherainet tohib muldes kasutada projekteerimismäärade mõistes 1. ja 2. niiskuspäikonnas ning seda juhul, kui projekteerija on ette näinud meetmed, et vältida aherainest konstruktsioonikihtide ja pinnasevee vahelist kokkupuudet. [4]

Liiva ja aheraine segamisel võib kasutada rataslaadurit või punkritega segamismasinat. Aherainekillustiku segamisel lähtuda muldkeha projekteerimise, ehitamise ja remondi juhiseist.

Aherainekillustikku saab kasutada ka raudtee hooldustee muldes osaliselt kogu mulde mahust 40%.

Analoogselt teede mulletes kasutamisel peab aherainekillustiku orgaanilise aine sisaldus põletuskao meetodil (EVS 1997-2) olema vähemalt alla 10% ning peenosiste sisaldus EN 933-1 kohaselt väiksem kui f_4 ja purunemiskindluse kategooria EN 1097-2 meetodil $\leq LA_{40}$. [4]

Aherainekillustiku tühiklikkus tuleb laboratoorselt määrata valitud fraktsioonile enne kasutuselevõtmist, mille alusel tuleb määrata vajaliku liiva täpne kogus. Samuti on käesolevas töös toodud alternatiiv soovituslik. Kõik minimaalsed terakoostise, peenosiste sisalduse ja filtratsioonimooduli ja muud füüsikalised ja kestmisnõuded tuleb määrata projektis.

7.1.2. Kogused

Lähtudes eelnevalt kirjeldatud aherainekillustiku kasutusvõimalustest, arvestatakse võimalikud aheraine kogused, mida saab Rail Balticu ehitamiseks kasutada raudtee ja raudtee hooldustee muldes.

Järgnevalt hinnatakse põlevkiviaheraine killustiku kasutamise potentsiaali Rail Balticu raudteetrassi raudtee muldes. Aherainekillustiku kasutamiseks arvestatakse alates 1,5 m sügavuselt kogu mulde mahust 40%. Aherainekillustiku kasutamine on välistatud muldes kõrgusega alla 1,5 m ja veega kokkupuutuvates muldekihtides. Andmed mulde kõrguse kohta on saadud Tehnilise Järelevalve Ametilt. Veega kokkupuutuvat raudteemulde mahtu on arvestatud eelprojekti Pärnu ja Rapla maakonna kohta käivatest töömahtude koondtabelist muldkeha pinnasetöödena välja toodud turba kaevetööde ja äraveo järgi. Harju maakonna kohta selline info uuringu tegemise ajal puudub, mistõttu on antud hinnang kasutades Pärnu ja Rapla maakonna keskmist turba mahtu kilomeetri kohta. Raudtee hooldustee ehitamiseks kasutatava materjali kvaliteedi kohta uuringu tegemisel täpsem info puudub, mistõttu tuuakse hooldustee muldes kasutatavad potentsiaalsed aherainekillustiku mahud eraldi välja. Antav hinnang on koostatud olemasoleva teabe põhjal ning projekti täpsustumisel võib selguda täiendavalt veega kokkupuutuvat mulde mahtu kuhu aherainekillustik ei sobi. Tihendamata mahu leidmisel on arvestatud materjali tihenemist karbonaatkillustikule samaväärselt keskmiste näitajate kaudu. Välja on toodud eraldi kogus 25% varuteguriga.

Tabel 36. Põlevkivi aherainekillustiku potentsiaalne kasutus Rail Balticu ehitamisel

	Osakaal mahust, %	Maht tihendatult, m ³	Maht tihendamata, m ³
Aheraine kogus raudtee hooldustee muldes	40%	416 900	565 800
Aheraine kogus raudtee muldes	16%	1 331 100	1 806 500
KOKKU	12%	1 748 000	2 372 300
25% varuteguriga		2 185 000	2 965 400

Tabeli 36 järgi saab Rail Balticu raudtee hooldustee muldes kasutada 417 tuh m³ aherainekillustikku. Raudtee muldes saab kasutada 1 331 tuh m³ aherainekillustikku. Seega saab kogu projekti raames eelnevatel tingimustel kasutada 1,748 miljonit m³ aherainekillustikku. Mahud on toodud tihendatud

killustikule. Tihendamata killustiku koguseks arvestada 2,372 miljonit m³. Arvestades karbonaatkivikillustiku keskmiseks puistetiheduseks 1,4 t/m³ saame sama materjali kaaluks tonnides 3,322 miljonit t. Kogused maakondade lõikes on toodud tabelis 37.

Tabel 37. Põlevkivi aherainekillustiku potentsiaalne kasutus maakondade lõikes

	Pärnu	Rapla	Harju	Kokku
Aheraine kogus raudtee hooldustee muldes, tuh m³	219	109	89	417
Aheraine kogus raudtee muldes, tuh m³	514	117	700	1 331
Tihendatud killustik kokku, tuh m³	733	226	789	1 748
Tihendamata killustik kokku, tuh m³	995	307	1071	2 372
Tihendamata killustik kokku, tuh t	1 393	430	1 499	3 322

Kogu projekti raames kasutatav aherainekillustik moodustab Eesti põlevkivitööstuse 15 miljonilise tonni aastamahu juures tekkivast aherainest (6 miljonit tonni) ligikaudu poole aastamahust. Kuna põlevkivi kaevandamise aastamäär on 20 miljonit tonni, võib põlevkivi kaevandamise intensiivistumisel tekkiva aheraine kogus suurenda veerandi võrra. Kindlasti ei sobi kogu aheraine killustiku tootmiseks. Näiteks Estonia kaevanduse killustikukompleksis saab toota killustikku fraktsioonidega 0/32, 4/16, 16/32 ja 32/63 mm kokku kuni 700 - 800 tuhande tonnini aastas, mis moodustab vajaminevast kogusest umbes 1/4. Viimase 4 aasta keskmine toodang on ca 300 tuh t (2013 – 601 tuh t; 2014 – 155 tuh t; 2015 – 305 tuh t; 2016 – 109 tuh t). Killustiku laojääk 31.12.2016 seisuga on ca 105 tuh t. Arvestades laojääki ja viimase 4 aasta keskmist tarbimist on vajaminev kogus võimalik toota 3 - 6 aastaga.

Aherainekillustikuga saab asendada mahu poolest kogu projektile (raudtee ja tee) kuluvast mulde mahust umbes 12%, mis asendaksid ehitusmaavaradest

toodetavate täitematerjale ja tõstaksid muldes kasutatavate ehitusmaavarade varustuskindlust. Eriti oluline on see nõrga liiva ja kruusa varustuskindlusega piirkondades Pärnumaal ja Raplamaal. Samas on asendamisvõimalus 12% ulatuses siiski väga madal.

Tabel 38 Rail Balticu ehituseks vajaminevad liiva ja kruusa kogused mulletes kasutades aherainekillustikku

	Kogus Pärnu, tuh m ³	Kogus Rapla, tuh m ³	Kogus Harju, tuh m ³	Kogus kokku, tuh m ³
Aherainekillustikuta	5 700	3 200	5 600	14 600
Aherainekillustikuga	5 000	3 000	4 800	12 800
Erinevus	700 (14%)	200 (7%)	800 (14%)	1 700 (12%)

Tabeli 38 järgi annaks mahult enim efekti aheraine kasutamine Harju ja Pärnumaal, kus kasutatav aherainekillustik moodustaks 14% kogu mullete mahust. Rapla maakonnas on eelkõige madala raudtee muldkeha tõttu aherainekillustiku kasutamise mahuefekt poole väiksem.

7.1.3. Mõju varustuskindlusele

Järgnevalt tuuakse välja potentsiaal liiva ja kruusa varustuskindluse tõstmiseks kasutades aherainekillustikku nõrga varustuskindlusega piirkondades Pärnu ja Rapla maakonnas.

Kasutades aherainekillustikku ammendub tabeli 38 järgi $\leq 8\%$ savi- ja tolmusisaldusega liiv ja kruus Pärnu maakonnas hiljemalt aastaks 2024 samaväärselt tabelis 23 ilma aherainekillustiku kasutamiseta. Seega ei mõjuta aheraine kasutamine varustuskindlust Pärnu maakonnas oluliselt suuremaks.

Tabel 39. Liiva ja kruusa varustuskindlus Pärnu maakonnas kasutades aherainekillustikku

≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	7927	6342	7,4	5,9
2018	7612	6090	6,3	5,1
2019	7297	5838	5,5	4,4
2020	5842	4673	4,0	3,2
2021	4386	3509	3,0	2,4
2022	2931	2345	2,0	1,6
2023	1475	1180	1,0	0,8
2024	20	16	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Tabel 40. Liiva ja kruusa varustuskindluse võrdlus Pärnu maakonnas kasutades aherainekillustikku

≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa varustuskindlus, aastat				
Aasta	aheraineta	aheraineta 80% täpsusega	aherainega	aherainega 80% täpsusega
2017	6,9	5,5	7,4	5,9
2018	5,9	4,7	6,3	5,1
2019	5,1	4,1	5,5	4,4
2020	3,6	2,9	4,0	3,2
2021	2,6	2,1	3,0	2,4
2022	1,6	1,3	2,0	1,6
2023	0,6	0,5	1,0	0,8
2024	0,0	0,0	0,0	0,0
2025	0,0	0,0	0,0	0,0
2026	0,0	0,0	0,0	0,0
2027	0,0	0,0	0,0	0,0

Arvestades vajaminevaid mahtusid ja aherainekillustikuga asendamisvõimalust on tabeli 40 järgi võimalik varustuskindlust Pärnu maakonnas tõsta kõigest 0,3 - 0,4 aastat.

Arvestades optimaalset veokaugust ja kasutades aherainekillustikku ammundub tabeli 41 järgi ≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega liiv ja kruus teeninduspiirkonna Pärnu maakonna osas hiljemalt aastaks 2023 samaväärselt tabelis 24 ilma aherainekillustiku kasutamiseta. Seega ei mõjuta ka veokaugusega arvestamine

aheraine kasutamist varustuskindluse tõstmisel Pärnu maakonnas oluliselt mõjusamaks.

Tabel 41. Liiva ja kruusa varustuskindlus Pärnu maakonnas 50 km veokaugusega kasutades aherainekillustikku

≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	5250	4200	5,5	4,4
2018	5054	4044	4,7	3,7
2019	4859	3887	4,0	3,2
2020	3523	2818	2,6	2,1
2021	2187	1749	1,6	1,3
2022	851	681	0,6	0,5
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Tabel 42. Liiva ja kruusa varustuskindlus Rapla maakonnas kasutades aherainekillustikku

≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega				
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	5885	4708	10,5	8,4
2018	5657	4526	9,2	7,4
2019	5429	4344	8,1	6,5
2020	4706	3765	6,5	5,2
2021	3982	3186	5,5	4,4
2022	3258	2607	4,5	3,6
2023	2535	2028	3,5	2,8
2024	1811	1449	2,5	2,0
2025	1087	870	1,5	1,2
2026	836	669	1,2	0,9
2027	585	468	2,3	1,9

Kasutades aherainekillustikku langeb tabeli 42 järgi ≤ 8% savi- ja tolmu sisaldusega liiva ja kruusa Rapla maakonna varustuskindlus alla kriitilise 10 aasta piiri hiljemalt aastaks 2018 samaväärselt tabelis 26 ilma aherainekillustiku kasutamisetä. Seega ei mõjuta aheraine kasutamine varustuskindlust Rapla maakonnas oluliselt suuremaks.

Tabel 43. Liiva ja kruusa varustuskindluse võrdlus Rapla maakonnas kasutades aherainekillustikku

	≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega liiva ja kruusa varustuskindlus, aastat			
Aasta	aheraineta	aheraineta 80% täpsusega	aherainega	aherainega 80% täpsusega
2017	10,1	8,1	10,5	8,4
2018	8,8	7,0	9,2	7,4
2019	7,7	6,2	8,1	6,5
2020	6,1	4,9	6,5	5,2
2021	5,1	4,1	5,5	4,4
2022	4,1	3,3	4,5	3,6
2023	3,1	2,5	3,5	2,8
2024	2,1	1,7	2,5	2,0
2025	1,1	0,9	1,5	1,2
2026	0,8	0,6	1,2	0,9
2027	1,4	1,1	2,3	1,9

Arvestades vajaminevaid mahtusid ja aherainekillustikuga asendamisevõimalust on tabeli 43 järgi võimalik varustuskindlust Rapla maakonnas tõsta 0,4 - 0,9 aastat.

Tabel 44. Liiva ja kruusa varustuskindlus Rapla maakonnas 50 km veokaugusega kasutades aherainekillustikku

	≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega			
Aasta	Varu (tuh m ³)	Varu (tuh m ³) 80% täpsusega	Varustuskindlus, a	Varustuskindlus 80% täpsusega, a
2017	2023	1618	4,1	3,3
2018	1860	1488	3,4	2,7
2019	1698	1358	2,8	2,3
2020	1040	832	1,6	1,3
2021	382	306	0,6	0,5
2022	0	0	0,0	0,0
2023	0	0	0,0	0,0
2024	0	0	0,0	0,0
2025	0	0	0,0	0,0
2026	0	0	0,0	0,0
2027	0	0	0,0	0,0

Arvestades optimaalset veokaugust ja kasutades aherainekillustikku ammendub tabeli 43 järgi ≤ 8% savi- ja tolmusisaldusega liiv ja kruus teeninduspiirkonna Rapla maakonna osas hiljemalt aastaks 2022 samaväärselt tabelis 27 ilma aherainekillustiku kasutamiseta. Seega ei mõjuta ka veokaugusega arvestamine

aheraine kasutamist varustuskindluse tõstmisel Rapla maakonnas oluliselt mõjusamaks.

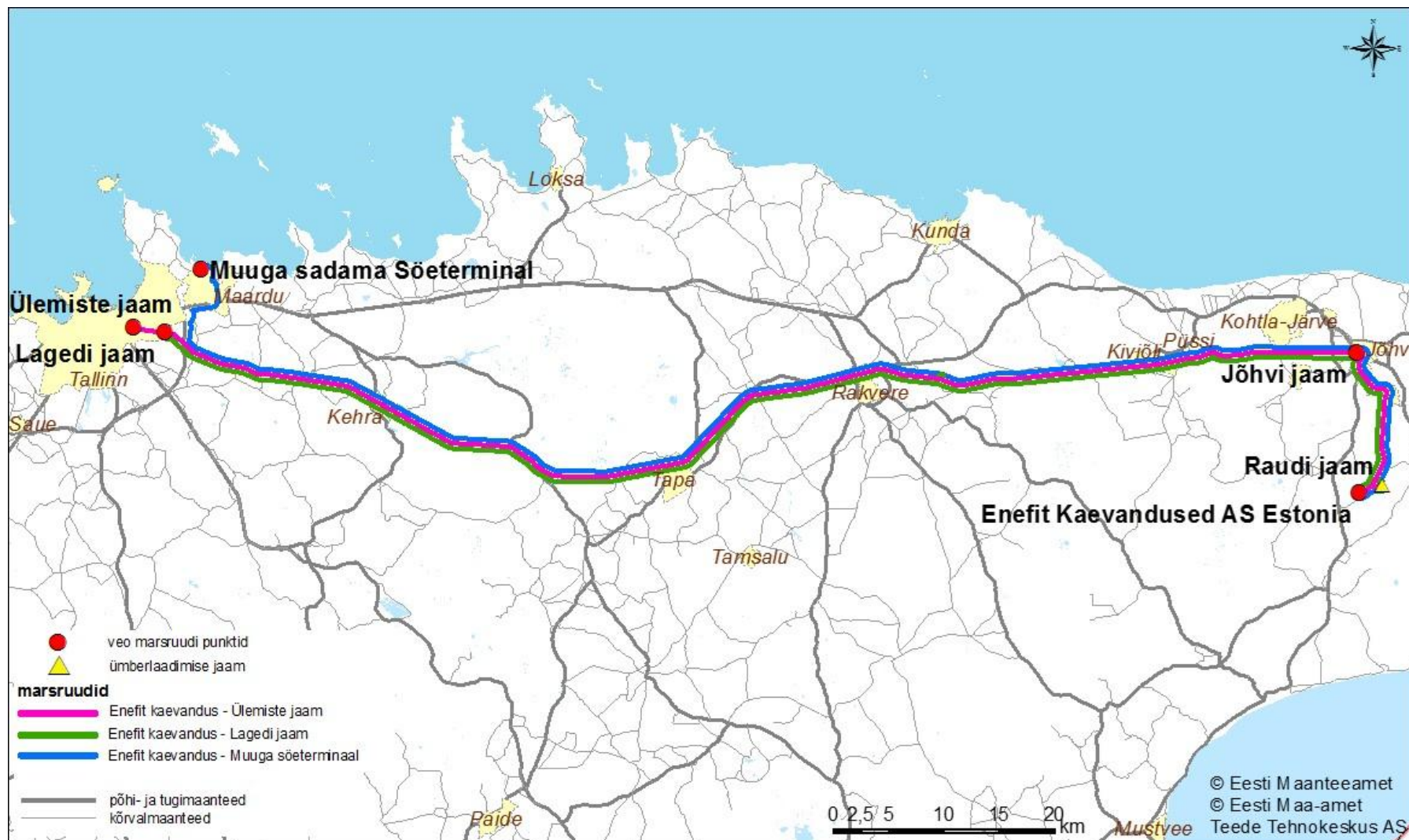
Kokkuvõttes on võimalik aherainekillustikuga liiva ja kruusa asendamisel varustuskindlust Rapla ja Pärnu maakonnas tõsta marginaalselt, kuni poole aasta võrra. Harju maakonnas on võimalik aherainekillustikuga liiva ja kruusa asendamisel varustuskindlust tõsta umbes ühe aasta võrra. Harju maakonnas on aheraine kasutamise mõju liiva ja kruusa varustuskindlusele suurem, sest Harjumaal on Rapla ja Pärnumaaga võrreldes keskmisest kõrgem raudteetrassi mulle, mistõttu on 1,5 m sügavamal olevad mulde mahud suuremad.

7.1.4. Logistika

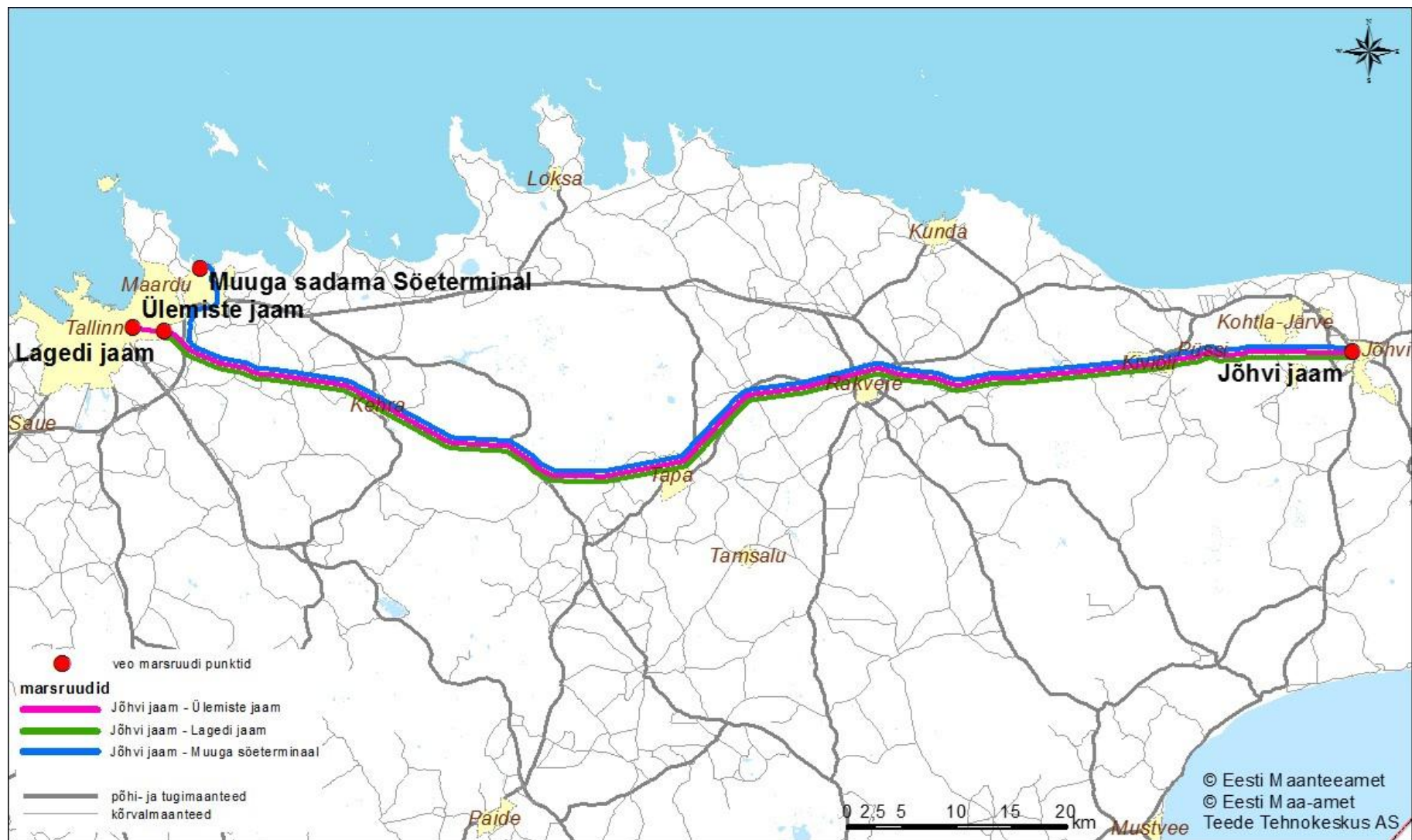
Logistiliselt paikneb aherainekillustiku tootmine Ida-Virumaal, Rail Balticu trassi lähimast punktist ligikaudu 150 km kaugusel linnulennult. Mööda raudteed on veokauguseks umbes 160 km Ülemistele. Mööda teed on veokauguseks 147 - 181 km Harjumaa trassiosa keskele, 193 - 227 km Raplamaa trassiosa keskele ja 207 - 223 km Harjumaa trassiosa keskele. Täpsed kilomeetrid varieeruvad olenevalt milliselt pakkujalt aherainekillustikku tarnitakse. Käesolevas töös arvestatakse pakkujatena Enefit Kaevandused AS Estonia kaevandust ja VKG Kaevandused OÜ Ojamaa kaevandust.

Enefit Kaevandused AS pakub aherainekillustikku esimese variandina laetuna tellija transpordivahendile Estonia kaevanduses (joonis 13), asukohaga Väike-Pungerja küla, Mäetaguse vald, Ida-Virumaa või teise variandina tellija poolvagunis Jõhvi jaamas (joonis 14), asukohaga Kooli 19 Jõhvi vald, Jõhvi, Ida-Virumaa. Esimese variandi puhul tuleb raudteeveol kasutada Enefit Kaevandused AS-i raudteeinfrastruktuuri Estonia kaevandusest Raudi jaamani ja sealt edasi EVR Cargo AS raudteetransporti. Võimalik on kasutada ka osaliselt või täielikult autotransporti. Teine variant eeldab tellijalt raudteetranspordi kasutamise võimalust Jõhvist edasi. Raudteetranspordi võimaluste hindamiseks kontakteeruti EVR Cargo AS-ga.

Joonis 13 Aherainekillustiku veo marsruut Estonia kaevandusest



Joonis 14 Aherainekillustiku veo marsruut Jõhvi jaamast



EVR Cargo AS arendusjuhi hinnangul on vajaminevad kogused perspektiivikad raudteetranspordi kasutamiseks. Näiteks saab kasutada pendelrongisüsteemi kuni kahe rongiga, kus laadimine toimuks mõlemas otsas.

Killustiku laadimisele ja transpordile kuluv aeg sõltub Enefit Kaevandused AS ressurssidest laadida lisaks põlevkivile ka aherainekillustikku ning kokkulepetest EVR Cargo AS-ga. Eeldusel, et Enefit Kaevandused ei tee investeeringuid Raudi jaamas ega Raudi-Ahtme lõigul läbilaskevõime suurendamiseks, saab aherainekillustiku vedu toimuda vaid lühikestele põlevkivirongidele täiendava 14 - 15 vaguni lisamise teel. Selle tulemusel on 14 - 15 vaguni täislaadimise ajakulu umbes 3 tundi ja rong/päevas pendelrongi teenindamiseks on vaja 2,5 koosseisu jagu vaguneid. See teeb maksimaalseks koguseks ööpäevas 112 vagunit. Killustiku laadimise võimekust on võimalik suurendada põlevkivi laadimise mahtu vähendamata, kuid see eeldab laadimissüsteemi muutmist.

Kauba ümberlaadimise võimalused Harjumaal on Ülemiste jaamas, Lagedil või Muuga sadama söeterminalis (Coal Terminal). Muuga sadama söeterminalis on ümberlaadimistehnoloogia kiireim, kuna seal kasutatakse vaguni ümberkallamist, muudes jaamades on võimalik laadida greiferiga või avades vaguni külgluugi. Viimane on aga ajamahukas ja eeldab rohkemat inimtööjõudu. Kõige tõenäolisem on variant, kus aherainekillustik veetakse veduriga Jõhvist Ülemiste jaama, kus see liigub kas Edelaraudteele või laaditakse ümber veokitele Eesti Raudtee varustusosakonnas. Ülemiste jaamast edasi opereerib raudteetranspordivõimalusi Edelaraudtee.

Üks vagun mahutab 70 t. Arvestades materjali kaalu läheb 3,322 miljoni t vedamiseks ligikaudu 47 500 vagunitäit. Arvestades poolhaagisega kalluri kandevõimeks 30 t, kulub 3,322 miljoni t vedamiseks ligikaudu 110 750 poolhaagist. Materjali maht koos selle transportimiseks kuluvate koormate arvuga on toodud tabelis 45.

Arvestades vagunite laadimisele kuluvat aega läheb 47 500 vaguni laadimiseks aega 424 ööpäeva ehk aasta ja kaks kuud. Laadimisaega on võimalik investeeringutega lühendada. Seega vagunite laadimisele kuluv aeg eeldatavalt aherainekillustiku kasutuselevõttu ei takista.

Tabel 45. Põlevkivi aherainekillustiku vedu maakondade lõikes

	Pärnu	Rapla	Harju	Kokku
Tihendamata killustik kokku, tuh t	1 393	430	1 499	3 322
Transport poolvagunitega, tk	19 900	6 200	21 400	47 500
Transport poolhaagistega, tk	46 400	14 300	50 000	110 700

VKG Kaevandused OÜ pakub aherainekillustikku tellija transpordivahendile Ojamaa kaevanduses, asukohaga Mäetaguse vald, Ida-Virumaa. Sellisel juhul tuleb kas osaliselt või täielikult kasutada autotransporti. Teoreetiliselt oleks võimalik kasutada killustiku transpordiks põlevkivi jaoks mõeldud konveierlinti Ojamaalt Kohtla-Järvele. Selle kasutamise võimalus on väga piiratud ja sõltub VKG võimalustest ja põlevkivi vajadusest. Kohtla-Järvel tuleks leida lahendus killustiku ümber laadimiseks raudteetranspordile.

7.1.5. Maksumuse võrdlev analüüs

Maksumuste võrdlev analüüs antakse järgmistele alternatiividele: Rail Baltic raudtee ja teede muldkehade ehitamine kasutades aherainekillustikku võrreldes ehitamine karjääri materjalidest. Võrdlusena tuuakse välja maksumus ühe tonni kohta. Nii saab võrrelda raha kulu ühe tonni karjäärmaterjali asendamisel aherainekillustikuga. Analüüsi tegemisel on kasutatud TTÜ Logistikainstituudi koostanud ühikhindade prognoosi aastani 2022⁷¹ ja ehitusmaavarade varustuskindlus Maanteeameti objektidele II etapi uuringu aruannet. [27, 16]

⁷¹

https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/teetoode_uhikhinnad_ja_nende_prognoos_aastani_2022.pdf

Täitematerjalide puhul sõltub ühikhind mitmetest asjaoludest. Ühikhinna struktuuri võib jagada kolmeks:

1. Toote hind transpordile laadituna.
2. Transpordikulu.
3. Materjali paigalduskulud.

7.1.5.1. Toote hind

Täitematerjaliks kasutatava liiva ja kruusa karjäärimaterjali hind laadimisega ehitusmaavarade varustuskindluse Maanteeameti objektidele II etapi uuringu aruande järgi on 2020 aastal 13,29 eurot/m³, mis teeb umbes 11,08 eurot/t. Aruande järgi sisaldab hind transporti ja paigaldust konstruktsiooni. [16]

Aherainekillustiku turuhinnaga arvestamiseks küsiti hinnapakkumised Enefit Kaevandused AS-lt ja VKG Kaevandused OÜ-lt. Mõlemad ettevõtted andsid indikatiivse hinnapakkumise. Aherainekillustiku tonni hind varieerub olenevalt kogusest, laadimisviisist ja -kohast 0,05 - 0,96 euro vahel. Oluline osa hinna kujunemisel on pidevalt suurenenud põlevkivi aheraine ja rikastusjäätmete ladestamise saastetasul. Saastetasumäär välispuistangutesse ladestatava põlevkivi aheraine jäätmetonni kohta on 2017. aasta alguse seisuga 1,31 eurot [28, § 21]]. Keskkonnaministeeriumist küsides selgitati, et muutusi tõenäoliselt kuni aastani 2019 ei toimu. Ka ei ole paika pandud tasu tõstmise plaani nagu see on näiteks kaevandamisõiguse tasu puhul. Seega vähendab tootja oma kulusid iga müüdud aherainekillustiku tonni kohta 1,31 eurot. Rail Balticu ehitamise ajaks võib saastetasu suurened, kuid uuringu tegemisel sellist plaani pole koostatud. Ladestamise eest saastetasu suurendamine avaldab mõju aherainekillustiku hinnale, kuna makstava saastetasu suurus sõltub otseselt sellest, kui suur kogus aherainet õnnestub taaskasutada. Seega uuringu tegemise ajal selget indikatsiooni aherainekillustiku hinna suurenemiseks Rail Balticu ehitamise ajaks ei ole.

7.1.5.2. Transpordikulu

Autotranspordikulu koosneb 40% ulatuses kütusekulust. Kütuse hinda mõjutab nafta maailmaturu hind ja sellele lisanduvad kohalikud maksud. Maailmaturu pikaajalist prognoosi on teinud näiteks Maailmapank. Bituumeni hind liigub reeglina nafta maailmaturu hinna alusel. Teise 40% moodustab palgakulu. Palga dünaamikat on pikemaajaliselt prognoosinud Rahandusministeerium. Viimase

20% moodustab transpordi investeeringu, amortisatsiooni, hooldus- ja tegevuskulud. Käesolevas töös arvestatakse maksumuse võrdlusel autotranspordi kuluks 0,1 eurot t/km.

Raudteeveosel klassifitseerib killustik kaalukaubaks, mille veotasu arvestatakse veose brutokaalu (t), veotariifi (eurot/t*km) ja veoteekonna pikkuse alusel. Sellele lisanduvad ümberlaadimise kulu ja infrastruktuuri kasutustasu.

Aherainekillustikku Enefit Kaevandused AS infrastruktuuril võib vedada nii EVR Cargo kui Enefiti veduriga. Juhul kui Enefit veab aheraine Jõhvi jaama, siis kujuneb veohind EVR Cargo veohinnaga Raudi jaama võrreldes suuremaks 55 senti tonni kohta. Infrastruktuuri kasutustasuga maksumuse võrdlusel ei arvestata. See sõltub täpsematest kokkulepetest.

Raudtee infrastruktuuri kasutustasu osas on arvestatud soodustusega määras 65%. Seniste arutelude järgi EVR Cargo ja Eesti Raudtee vahel on sellise soodustusega arvestamine reaalne, kuid ametlikult pole seda kinnitatud. Juhul, kui infrastruktuuri kasutustasu soodustust ei anta, siis kujuneb tonni veohind 1,2 eurot kallimaks.

Ümberlaadimine Ülemistel Eesti Raudtee varustusosakonnas võimaldab laadida 1 euro tonni kohta. Kui Ülemiste varustusosakonna laadimisvõimalust kasutada ei saa, siis peab arvestama täiendavalt harutee kasutamistasuga, mis tõstab ümberlaadimise hinna orienteeruvalt 1,2 euronni.

Teoreetiliselt on võimalik aherainekillustikku ümber laadida Muuga sadama söeterminalis, kus on poolvagunite kallutamise mehhanism, kuid selle mehhanismi seisukord ja kasutustingimused on teadmata. Seetõttu ei ole Muuga sadama söeterminaliga arvestatud.

Kuna uuringu tegemise ajaks ei ole raudteetranspordi võimalused Ülemiste jaamast edasi selged, ei ole võimalik maksumuse võrdlust tuua kogu trassi ulatuses. Võimalik on Ülemiste jaamast alates kasutada edasitransportimiseks autovedu.

Materjali paigalduskulu koosneb kuludest materjali töötlemisele ja materjali tihendamisele. Käesolevas töös arvestatakse aherainekillustiku töötlemise kuluks (segamine liivaga ja tihendamine) 0,5 eurot/t. Täiendava märgsõelumisega võrdluses ei arvestata, kuid see võib vajalikuks osutuda, kui aherainekillustiku

peenosise sisalduse tõttu ei taga muldkeha filtratsiooninõuet. Märksõelumine võib konsultandi hinnangul tõsta aherainekillustiku hinda umbes 1,2 eurot tonni kohta.

7.1.5.3. Võrdlus

Aherainekillustiku kasutamine võrreldes kohalike karjäärimaterjalidega on Pärnumaal suurte transpordikulude tõttu ebaotstarbekas (tabel 46).

Tabel 46. Maksumuse võrdlus karjäärimaterjali asendamisel aherainekillustikuga Pärnu maakonnas

	Maksumus, euro/t								
	Karjääri-materjal	Aherainekillustik							
		Estonia (kaevandus)				Estonia (Jõhvi)			Ojamaa
Toode	11,08	0,24	0,24			0,96			0,05
Transport raudtee	-	0	3,125	4,325	4,525	3,675	4,875	5,075	0
Transport auto	-	20,7	16			16			22,3
Laadimine	-	0,4	0,4			0,4			0,4
Paigaldus	-	0,5	0,5			0,5			0,5
KOKKU	11,08	21,84	20,265	21,225	21,425	21,535	21,775	21,975	23,25
	100%	197%	183%	192%	193%	194%	197%	198%	210%

Tabel 47. Maksumuse võrdlus karjäärimaterjali asendamisel aherainekillustikuga Rapla maakonnas

	Maksumus, euro/t								
	Karjääri-materjal	Aherainekillustik							
		Estonia (kaevandus)				Estonia (Jõhvi)			Ojamaa
Toode	11,08	0,24	0,24			0,96			0,05
Transport raudtee	-	0	3,125	4,325	4,525	3,675	4,875	5,075	0
Transport auto	-	22,7	7			7			7
Laadimine	-	0,4	0,4			0,4			0,4
Paigaldus	-	0,5	0,5			0,5			0,5
KOKKU	11,08	23,84	11,265	12,225	12,425	12,535	12,775	12,975	20,25
	100%	215%	102%	110%	112%	113%	115%	117%	183%

Alates Rapla maakonnast on aherainekillustiku kasutamine maksumuse poolest võrreldav karjäärimaterjali kasutamisega (tabel 47), olles kuni viiendiku võrra

kallim. Olenevalt raudteetranspordi maksumusest moodustab aherainekillustiku keskmine maksumus Raplamaal 102 - 117% karjäärimaterjali maksumusest. Keskmiseks veokauguseks Ülemiste jaamast Raplamaale on arvestatud 70 km.

Harjumaal on aherainekillustiku kasutamine eeldatavasti maksumuse poolest odavam karjäärimaterjali kasutamisest (tabel 48). Arvestades transpordile kuluva maksumuse määramatust raudteetranspordi kasutamisel Ülemiste jaamani ja sealt edasi autotranspordi (Harjumaal keskmiselt 25 km) ja laadimise kulu (0,4 eurot/t) moodustab aherainekillustiku keskmine maksumus Harjumaal 61 - 76% karjäärimaterjali maksumusest.

Kasutades aga ainult autotransporti, on aherainekillustiku maksumus Harjumaal 141 - 174% karjäärimaterjali maksumusest.

Tabel 48. Maksumuse võrdlus karjäärimaterjali asendamisel aherainekillustikuga Harju maakonnas

	Maksumus, euro/t								
	Karjääri-materjal	Aherainekillustik							
		Estonia (kaevandus)				Estonia (Jõhvi)			Ojamaa
Toode	11,08	0,24	0,24			0,96			0,05
Transport raudtee	-	0	3,125	4,325	4,525	3,675	4,875	5,075	0
Transport auto	-	18,1	2,5			2,5			14,7
Laadimine	-	0,4	0,4			0,4			0,4
Paigaldus	-	0,5	0,5			0,5			0,5
KOKKU	11,08	19,24	6,765	7,725	7,925	8,035	8,275	8,475	15,65
	100%	174%	61%	70%	72%	73%	75%	76%	141%

Selle alusel võib järeldada, et aherainekillustiku kasutamine täitematerjalina muldkeha alakihis ehitamisel Harjumaal on odavam võrreldes Rail Balticu teeninduspiirkonna karjäärimaterjaliga juhul, kui Estonia kaevanduse purustuskompleksist Ülemisteni kasutatakse raudteetransporti.

7.1.6. Kokkuvõte

Põlevkiviaherainekillustiku kasutamine Rail Balticu ehitusel on perspektiivne Harjumaal raudtee muldkehas (alakihi) kõrgusega üle 1,5 meetri ja raudtee teenindustee muldkehas. Kasutamisel tuleb killustik

segada kasutatava muldematerjaliga vahekorras 40/60. Vältida tuleb killustiku kasutamist veega kokkupuutuvates konstruktsioonikihtides. Kasutatavaid kogused on piisavalt suured, et transpordiks kasutada raudteed. Uuringu tegemise hetkel on olemas plaan killustiku transportimiseks Estonia kaevandusest Ülemiste jaama.

Järgnevalt on soovituslik testida aherainekillustiku transporti raudteel ja selle maksumust praktikas. Majandusliku tasuvuse tõestamisel, kasvab ka huvi aherainekillustiku kasutuselevõtu võimaluste (eelkõige transpordi osas) leidmiseks. Probleemiks on suuremahuliste objektide vähesus enne Rail Balticu ehitamise algust Ülemiste jaama lähedal. Ühe võimalusena saab aherainekillustikku kasutada Tallinn-Narva maantee E20 Vao sõlme ehitustöödel, mis on plaanitud aastatel 2017 - 2019.

7.2. Põlevkivituhk

Põlevkivi kõrgel temperatuuril põletades eraldub suitsugaasidest ülipeente osakeste ja suure kaltsiumisisaldusega lendtuhk, mida tuntakse turul põletatud põlevkivina. Põlevkivituhka on kasutatud ehitusmaterjalide tootmises, sadamate ja teede ehituses, põllumajanduses ning plastitöötluses. Teede-ehitus kasutatakse põlevkivituhka pehme pinnase mass-stabiliseerimiseks ning maanteed, raudteede ja torujuhtmete vundamentide ehitamiseks. Põletatud põlevkivi omadused määratakse Eesti Vabariigi standardi EVS 927:2015 „Ehituslik põletatud põlevkivi. Spetsifikatsioon, toimivus ja vastavus“⁷² järgi. Sertifitseeritud ehituslikku põletatud põlevkivi pakub Eesti Energia Narva Elektrijaamad AS.

7.2.1. Omadused ja sobivus

Põlevkivituhha kasutamise potentsiaal Rail Balticu ehitusel on raudteetrassi alla jääva pehme pinnase mass-stabiliseerimisel kohtades, kus aherainekillustiku

⁷² <https://www.evs.ee/tooted/evs-927-2015>

kasutamine on välistatud ehk niisketes ja veega kokkupuutuvates muldekihtides. Mass-stabiliseerimine on eriti asjakohane paksu (rohkem kui 2-3 meetrit) turba kihi puhul. Põlevkivituhaga mass-stabiliseerimist on lähemalt uuritud OSAMAT projekti⁷³ raames. Uuringud näitavad, et põlevkivituha kasutamine sellistes tingimustes on põhimõtteliselt võimalik. See vajab lähenemist projektitasandilt. Lähemalt saab mass-stabiliseerimine võimalustest lugeda Narva-Mustajõe⁷⁴ ja Simuna-Vaiatu⁷⁵ pilootprojektide raportitest.

Arvestades põlevkivituha kasutusvõimalusi arvestatakse võimalikud kogused, mida saab Rail Balticu ehitamisel kasutada pehme pinnase mass-stabiliseerimiseks. Veega kokkupuutuvat raudteemulde mahtu on arvestatud analoogselt aherainekillustiku kasutamise potentsiaali hinnates. Kasutatud on eelprojekti Pärnu ja Rapla maakonna töömahtude koondtabelis raudtee muldkeha pinnasetöödena välja toodud turba kaevetööde ja äraveo mahtu. Harju maakonna kohta on antud hinnang kasutades Pärnu ja Rapla maakonna keskmist turba mahtu kilomeetri kohta. Raudtee hooldustee muldkeha kohta uuringu tegemisel täpsem info puudub ning sellega ei arvestata. Seetõttu võib antav hinnang muutuda. Põlevkivituha kasutamise hindamisel on arvestatud 10% turba kaevetööde ja äraveo mahust. Seega saab põlevkivituhka mass-stabiliseerimisel kasutada 31 tuh m³, mis jaguneb maakondade kaupa: Pärnu 13 tuh m³, Rapla 11 tuh m³ ja Harju 7 tuh m³.

Sellistel eeldustel on võimalik liiva ja kruusa kokku hoida turba asendamise arvelt 310 tuh m³, mis jaguneb maakondade kaupa: Pärnu 130 tuh m³, Rapla 110 tuh m³ ja Harju 70 tuh m³. Sellised kogused on vajaminevate koguste kõrval marginaalsed ja seega varustuskindluse tõstmiseks liialt väikesed. Pigem on mass-stabiliseerimise tehnoloogia sobimisel kokkuhoid ehitusmaksumuses.

⁷³ <http://www.osamat.ee/en/>

⁷⁴ <http://www.osamat.ee/en/documents/aasta-2015-dokumendid/39--5/file>

⁷⁵ <http://www.osamat.ee/en/documents/aasta-2015-dokumendid/35-simuna-vaiatu-pilot-report/file>

7.2.2. Logistika

Eesti Energia Narva Elektrijaamad AS eelistab pakkuda põletatud põlevkivi laost EXW Auvere tuhaladu müügitingimustel. Müügipunkt paikneb Ida Virumaal, Auvere külas, Eesti elektrijaama lähedal, mis asub Rail Balticu trassi lähimast punktist ligikaudu 200 km kaugusel mööda teed.

Vedudel kasutatakse autotransporti. Põletatud põlevkivi transport eeldab tsisternvedu ehk tsemendiveoki kasutamist, kalluriga vedada ei saa. Üks 30 tonnine auto laeb ennast terminalis keskmiselt 20 minutiga. Korraga saab laadida 2 autot.

Arvestades materjali kaalu läheb 31 tuh t vedamiseks ligikaudu 1 033 autotäit, mis jaguneb maakondade kaupa: Pärnu 433 autotäit, Rapla 367 autotäit ja Harju 233 autotäit. Arvestades kahe auto laadimisele kuluvat aega läheb 1 033 auto laadimiseks aega 172 tundi ehk veidi üle 7 ööpäeva. Seega autotsisternide laadimisele kuluv aeg põletatud põlevkivi kasutuselevõttu ei takista.

7.2.3. Maksumuse võrdlev analüüs

Saastetasumäär põlevkivi lend- ja koldetuha jäätmetonni kõrvaldamisel on 2017. aasta alguse seisuga 2,98 eurot [28, § 21]]. Uuringu tegemise ajal selget indikatsiooni jäätmete kõrvaldamise hinna suurenemiseks Rail Balticu ehitamise ajaks ei ole. Seega vähendab tootja oma kulusid iga müüdud põlevkivituha tonni kohta 2,98 eurot. Rail Balticu ehitamise ajaks võib saastetasu suurened, kuid uuringu tegemisel sellist plaani koostatud pole.

Eesti Energia Narva Elektrijaamad AS pakkumuse järgi on põletatud põlevkivi indikatiivseks hinnaks tonnipõhises arvestuses 6 eurot. Põletatud põlevkivi kasutamisel sõltub maksumus mass-stabiliseerimise tehnoloogiast, mida eelprojekti andmeid arvestades on uuringu tegemisel keeruline hinnata.

Järgnevalt arvestatakse, et ühe tonni turba väljakaevamise ja täitmise karjäärimaterjaliga asemel on võimalik kasutada mass-stabiliseerimise tehnoloogiaga põletatud põlevkivi umbes 10% turba kogusest. Jättes tehnoloogia ja transpordi maksumuse kõrvale moodustab põletatud põlevkivi maksumus (0,6 eurot) ühe tonni karjäärimaterjali (11,08 eurot) asendamisel umbes 5% karjäärimaterjali maksumusest. Arvestades 0,1 tonnile juurde ligikaudse transpordi maksumuse 200 km peale kuluga 0,1 eurot t/km moodustab

põletatud põlevkivi maksumus (2,6 eurot) umbes 20% karjäärimaterjali maksumusest. Veokauguse pikenedes muutub vahe väiksemaks, kuid arvestades tehnoloogia maksumuse määramatust, ei ole täpne transpordikulu määrava tähtsusega. Määrav on siiski sobiva tehnoloogia maksumus.

7.2.4. Kokkuvõte

Põlevkivituha kasutamine Rail Balticu ehitusel on perspektiivne raudteetrassi alla jääva pehme pinnase mass-stabiliseerimisel niisketes ja veega kokkupuutuvates muldekihtides. Mass-stabiliseerimistehnoloogiaga välditaks turba väljakaevamist ja asendamist karjäärimaterjaliga.

Soovitus on Rail Balticu projekteerimisel kindlasti arvestada mass-stabiliseerimise kasutamisevõimalusega soisel alal. Põlevkivituha kasutamise selgitamiseks on tellitud uuring „Põlevkivilendtuha taaskasutamine hüdraulilise sideainena pehmete pinnaste tugevdamisel“⁷⁶.

7.3. Šlakikillustik ja šlakiliiv

Šlakikillustik šlakiliiv on terase tootmise kõrvalproduktid, mis saadakse metalli tootmisel tekkivatest ülejääkidest. Antud töös käsitletakse Rootsis SSAB Merox AB poolt toodetavat šlakikillustikku, millel on rootsikeelne kaubamärgi nimetus Hyttsten ja šlakiliiva, millel on rootsikeelne kaubamärgi nimetus Hyttsand.

7.3.1. Omadused ja sobivus

Šlakitooted koosnevad peamiselt sulatatud looduslikest kivimitest. Peamisteks komponentideks on räni ja kaltsium ning seda iseloomustavad madal mahumass, suur haardetegur, kõrge deformatsioonikindlus, head isoleerivad ja sideainelised omadused (tsementeeruv). See tähendab, et aja jooksul muutub

⁷⁶ <https://www.kik.ee/et/projekt/polevkivilendtuha-taaskasutamine-hudraulilise-sideainena-pehmete-pinnaste-tugevdamisel>

šlakitäitematerjal tugevamaks. Rootsis konkureerib šlakikillustik peamiselt purustatud kaljuga. Šlakikillustik leiab peamiselt kasutust teede konstruktsioonides ning täitematerjalina betoonis ja asfaltsegudes. Šlakikillustiku peamine eelis tuleb välja nõrkadel ning ebastabiilsetel pinnastel, kus šlakikillustik oma madalama mahumassi tõttu avaldab väiksemat survet pinnasele. Šlakiliiva kasutatakse üldjuhul šlakikillustiku all samuti kasutamiseks nõrkadel ja ebastabiilsetel pinnastel, kus vajatakse kerget, kuid samas tugevat alust. Šlakiliiva erinevus šlakikillustikust saavutatakse erineva jahutusprotsessi tulemusena. [29]

Šlakikillustiku tõendatud omadused on SSAB Merox AB toimivusdeklaratsioonide⁷⁷ kohaselt järgmised. Purunemiskindluse kategooria EN 1097-2 järgi LA₂₅, kulumiskindlus naastrehvide toimele EN 1097-9 kohaselt AN₁₄ ja Mikro-Devali katse EN 1097-1 kohaselt MDE₁₅. Šlakikillustiku puistetihedus on olenevalt fraktsioonist ligikaudu 1,3 - 1,5 t/m³ ja šlakiliival 1,1 t/m³.

Uuringu tegemise ajal ei ole tootja kinnitusele tõendatud šlakikillustiku kasutamine raudteeballastina ning tootja hinnangul ei sobi see ka selleks. Hinnates toote tõendatud omadusi saab selle hinnanguga nõustuda. Tootja sõnul ei ole šlakikillustikul ja šlakiliival filtratsioonimoodulit määratud, kuna Rootsi projekteerimismid ei käsitle sellist mõistet. **Seega ei ole šlakikillustiku kasutamine KG1 ehitamiseks tõendatud, kuid hinnates toote omadusi võib see selleks sobida küll terastikulise koostise muutmisel. Lõpliku hinnangu andmiseks tuleb lisaks terastikulise koostise muutmisele katsetada toote filtratsiooni katsemeetodil ISO/TS 17892-11.**

Kuna šlakiliival ei ole määratud filtratsioonimoodulit, ei ole selle kasutamine tõendatud ka muldes. Siiski peaks šlakikillustik tänu oma poorsele struktuurile omama võimet endast vett läbi juhtida. Tootja sõnul sobib šlakiliiv just veega kokkupuutuvatesse konstruktsioonikihtidesse ning seda on Rootsi teedehituses

⁷⁷ http://www.merox.se/index.pl/specifications_hyttsten_e

sellistel puhkudel ka edukalt kasutatud. **Seega võib üsna kindlalt väita, et šlakiliiv ja -killustik sobivad raudtee, raudtee hooldustee ja teede mulletesse veega kokkupuutuvatesse konstruktsioonikihtidesse.** SSAB Merox AB toote tutvustuse järgi kulub šlakitoodet karjäärimaterjalist väiksema puistetiheduse tõttu umbes 80% vähem võrreldes liivaga.

SSAB Merox AB esindaja sõnul on nende toodang aastas umbes 100 - 120 tuh t Oxelösundi tehases, mistõttu ei ole võimalikud kasutatavad materjali kogused suured. Võttes keskmiseks puistetiheduseks $1,3 \text{ t/m}^3$ on 110 tuh t aastatoodanguga toodetav maht $85 \text{ tuh m}^3/\text{a}$.

Hinnates šlakikillustiku ja -liiva kasutamise potentsiaali keskmise aastatoodangu järgi saab šlakikillustiku ja -liiva kasutada veega kokkupuutuvates raudteemulde konstruktsioonides. Hinnangu andmiseks arvestatakse jällegi eelprojekti järgi turba kaevetööde ja äraveo mahtu. Selle järgi oleks koguvajadus mahus 314 tuh m^3 , mis jaguneb maakondade kaupa: Pärnu 134 tuh m^3 , Rapla 107 tuh m^3 ja Harju 73 tuh m^3 . Koguvajadus on seega suurusjärgus 3 aastatoodangut.

7.3.2. Logistika

SSAB Merox AB müügipunkt paikneb Rootsis Oxelösundis. Seega tuleb Läänemere ületamiseks kasutada vedudel laevatransporti. Rail Balticuga ehitusele transportimiseks asuvad sobivaimad sadamad Pärnus ja Tallinnas. Ühe veolaevaga saab transportida 6 400 tonni. SSAB Merox AB pakub tootele hinda transpordituna sadamasse.

7.3.3. Maksumuse võrdlev analüüs

SSAB Merox AB pakkumuse järgi on šlakikillustiku ja -liiva indikatiivseks hinnaks tonnipõhises arvestuses ligikaudu 19,5 eurot Pärnu sadamas ja 20 eurot Tallinna sadamas. Seega maksab üks veos šlakikillustiku või -liiva Pärnu sadamas $6\,400 \times 19,5 = 124\,800$ eurot ja Tallinna sadamas $6\,400 \times 20 = 128\,000$ eurot.

Šlakikillustiku ja -liiva kasutamisel sõltub maksumus sellest, kas kasutatakse mass-stabiliseerimise tehnoloogiat või kaevatakse trassi alla jääv turvas välja ja asendatakse see šlakikillustiku või -liivaga. Eelprojekti andmeid arvestades on seda jällegi uuringu tegemisel keeruline hinnata.

Järgnevalt arvestatakse, et ühe tonni turba väljakaevamise ja täitmise karjäärimaterjaliga asemel on võimalik kasutada 80% šlakikillustikku või -liiva. Jättes tehnoloogia ja transpordi maksumuse kõrvale moodustab šlakikillustiku või -liiva keskmine maksumus ($19,75 \cdot 0,8 = 15,8$ eurot) ühe tonni karjäärimaterjali (11,08 eurot) asendamisel umbes 143% karjäärimaterjali maksumusest. Arvestades 0,8 tonnile juurde ligikaudse transpordi maksumuse 50 km peale kuluga 0,1 eurot t/km ja ümberlaadimise kuluks 1 euro/t moodustab šlakitoote maksumus (20,6 eurot) umbes 186% karjäärimaterjali maksumusest. Veokauguse pikenedes muutub šlakitoote maksumus veelgi suuremaks, kuid arvestades tehnoloogia maksumuse määramatust, ei ole täpne transpordikulu määrava tähtsusega. Kuigi šlakitooted on karjäärimaterjalidest kallimad, saab nende lõplikku tasuvust hinnata sobiva tehnoloogia määramisel tööprojekti.

7.3.4. Kokkuvõte

Šlakikillustiku ja šlakiliiva kasutamine Rail Balticu ehitusel on perspektiivne olukordades, kus on vaja olemasolev turvas välja kaevata ning asendada. Viimane on oluline, kui mass-stabiliseerimine ei ole võimalik. Hinnanguliselt kulub šlakitoodet karjäärimaterjalist väiksema puistetiheduse tõttu umbes 80% vähem võrreldes liivaga.

Šlakikillustiku ja šlakiliiva kasutamine tõendamiseks tuleks määrata materjali filtratsiooni katsemeetodil ISO/TS 17892-11.

8. MATERJALIDE HIND

Järgnevalt tuuakse välja hinnang materjalide hinna kujunemise kohta Rail Balticu ehitamise perioodil 2020-2026. Hinnangu andmisel on arvestatud tabelis 50 toodud kaevandamisõiguse tasuga ja välispuistangutesse ladestatav põlevkivi aheraine saastetasumääraga.

Tabelis 51 antud hindade aluseks on võetud uuringu hetkel suuremate täitematerjalide tootjatelt saadud info ning juurde on arvestatud hinnatõus. Aastate 2020 - 2026 keskmiste hindade pealt on hinnatud raudtee ehitamiseks kuluva täitematerjali kulu nelja variandi vahel (tabel 49) Pärnu, Rapla ja Harju maakonna lõikes:

1. Raudteeballast on imporditud. Muu täitematerjal on kohalik alla 50 km veokaugusega.
2. Raudteeballast on imporditud. Muu täitematerjal on kohalik üle 50 km veokaugusega.
3. Raudteeballast on imporditud. Muu täitematerjal on kohalik alla 50 km veokaugusega. Raudtee mulde alakiht ja raudtee hooldustee mulle on osaliselt aherainekillustikust.
4. Raudteeballast on imporditud. Muu täitematerjal on kohalik alla 50 km veokaugusega. Raudtee mulde alakiht on karbonaatkivikillustikust.

Tabel 49. Raudtee ehitamiseks kuluva täitematerjali kulu, miljonit eurot

	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Pärnu	54,92	60,93	69,40	61,53
Rapla	24,59	27,24	26,42	26,45
Harju	38,36	38,90	42,08	-

Kõige odavam lahendus on kasutada võimalikult palju kohalikku täitematerjali alla 50 km veokaugusega. Täitematerjalide maksumuse kalkulatsioon koos lähteandmetega on toodud lisas 21.

Tabel 50. Keskkonnatasud 2016-2026

Maavara m ³ / jäätmetonn	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026 ⁷⁸
aheraine	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
dolo- ja lubjakivi, kõrgemargiline	2,1	2,18	2,27	2,36	2,46	2,58	2,71	2,85	2,99	3,14	3,30
ehituskruus	2,22	2,29	2,36	2,43	2,5	2,6	2,71	2,82	2,93	3,05	3,20
ehitusliiv	1,42	1,46	1,51	1,55	1,6	1,68	1,76	1,85	1,94	2,04	2,14
täiteliiv	0,35	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,5	0,53	0,56	0,6	0,63
liiv ja kruus	1,33	1,37	1,42	1,46	1,51	1,58	1,66	1,74	1,82	1,91	2,00

Tabel 51. Materjali keskmine maksumus karjääris, eurot/t

Materjal	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Keskmine 2020-26
lubja- ja dolokivikillustik	8	8,41	8,71	9,03	9,37	9,73	10,11	10,50	10,91	11,33	10,14
liiv ja kruus	3	3,10	3,20	3,31	3,44	3,58	3,73	3,88	4,04	4,21	3,74
hea filtratsiooniga liiv ja kruus	3,26	3,37	3,47	3,59	3,73	3,88	4,04	4,20	4,38	4,56	4,06
aherainekillustik	0,51	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,64
aherainekillustik/liiv 40/60	2,00	2,07	2,14	2,22	2,31	2,40	2,49	2,59	2,69	2,80	2,50
lubja- ja dolokivikillustik/liiv 50/50	5,5	5,76	5,96	6,17	6,41	6,66	6,92	7,19	7,47	7,77	6,94

⁷⁸ prognoos

9. UURINGUS ESINENUD PROBLEEMID

Järgnevalt tuuakse välja uuringu aluseks olnud dokumentidega arvestamisel tekkinud puudujäägid ja antakse soovitusel nende likvideerimiseks.

9.1. Täitematerjalide standardite vähene kasutamine eelprojekti

Rail Balticu eelprojekti tehniline kirjeldus tõi välja, et kõik tooted peavad olema sertifitseeritud vastavalt CPR-ile. Samas kasutati tehnilises kirjelduses täitematerjali toodete kohta standardit üksnes raudteeballasti kohta - EN 13450:2002/AC:2004 „Raudteeballasti täitematerjalid“. Tootestandardit ei täpsustatud muldkeha kaitsekihi, muldkeha ega teenindustee ehitamiseks kasutatavate täitematerjalidele.

Kasutatud standardite nimekirjas oli toodud ka standard EVS-EN 13285:2010 „Sidumata segud. Spetsifikatsioonid“, kuid täpsustamata oli jäetud, kus selle toote kasutamist ette nähakse.

Toodete omaduste kirjeldamisel oli kasutatud liialt üldiseid kirjeldusi nagu näiteks, et täitematerjali segu peab olema kindel ilmastikule, külmale, survele ja mehhaanilisele raskusele. Jättes täpsustamata omaduse katsemeetodi ja väärtuse on kirjeldused sobiva materjali leidmiseks sisuliselt kasutud.

Tootestandardit täpsustamata jättes on raske hinnata, millise standardi järgi peab täitematerjal sertifitseeritud olema. See omakorda jätab lahtiseks, millised füüsikalised ning keemilised nõuded ja kestmisnõuded peavad ehitamiseks vajaminevatel materjalidel olema katsetatud ja deklareeritud. Kuna ühe omaduse määramiseks on tihtilugu kasutusel mitmeid meetodeid, siis tuleb fikseerida iga omaduse määramise meetodika.

Näiteks on tehnilises kirjelduses toodud geosüntetididele olulised omadused, nende määramise meetodi standard ja omaduste väärtused koos lubatud hälbega.

9.2. Täitematerjalidele esitatud omaduste ebamäärasus

Rail Balticu eelprojekti tehnilises kirjelduses on täitematerjali terastikulise koostise kirjeldamiseks kasutatavad terasuurused KG1 osaliselt ja muldkehal tervenisti erinevad, kui harmoneeritud tootestandardites nõutud EN 933-1 kohased terasuurused. Kuigi eelprojekti ei ole viidatud, milliseid allikaid on

terasuuruse määramisel kasutatud, on ilmselt kasutatud GOST-põhiseid terasuursi. Sealjuures erinevad need veel omakorda liiva ja kruusa lõimise määramisel kasutatavate GOST 8735-88 terasuurustest.

GOST-põhised terasuurused ei kuulu CPR-i reguleerimisalasse, mistõttu ei ole nende määramine EL liikmesriikides kohustuslik. Seega projekteerimisfaasis täitematerjalide terastikulise koostise määramisel EN 933-1 kohastest erinevate sõelumismeetodite kasutamisel on raske hinnata ehitamiseks sobiliku toote kogust turul. Samuti muutub kasutuks toodete sertifitseerimine CPR-iga harmoneeritud standardite järgi, kuivõrd sertifitseerimisel määratud omaduste kasutamist ei ole ette nähtud.

Lisaks nõutakse KG1 alla 0,02 mm terasuurusega osakeste määramist. Kuigi eelprojektis ei ole viidatud, milliseid allikaid on terasuuruse määramisel kasutatud, on ilmselt kasutatud standardi ISO 11277 Lisa B kohast areomeetri katset. Viimane aga ei ole jällegi nõutud Eestis levinud täitematerjalide toodete nõuetele vastavuse tõendamisel, mis teeb turult sobiliku toote leidmise võimatuks.

Oluliseks omaduseks muldkehal ja KG1 on filtratsioonikoefitsient. Jällegi ei ole eelprojektis viidatud, milliseid allikaid on filtratsioonikoefitsendi määramisel kasutatud, kuid ilmselt on kasutatud GOST-põhist katsemeetodit. Eestis on kasutusel filtratsioonimooduli määramiseks rahvuslik standard – EVS 901-20, mis ei rakendu teistes EL liikmesriikides ning millega ei ole ilmselt projekteerimisel arvestatud.

Tagamaks eelprojektis toodud nõudeid peavad muldkeha ja KG1 täitematerjalide nõuetele vastavus olema tõendatud lisaks harmoneeritud standarditele veel GOST-i standardite järgi. KG1 täitematerjalidel lisaks veel täiendavalt ISO 11277 standardi järgi. Hetkel ei nõua seda CPR ega Eesti seadusandlus.

Võttes arvesse CPR-i, millega sätestatakse ehitustoodete ühtlustatud turustustingimused EL-is, ei ole mõistlik nõuda toote tõendamiseks täiendavaid toiminguid lisaks harmoneeritud standardile.

9.3. Raudteeballasti kulumiskindluse EN 1097-1 mikro-Devali määramisel Eestis kogemuse puudumine

Eesti ehitusmaterjalide katselaboritel puuduvad kogemused Mikro-Devali EN 1097-1 järgi katsetamisega. Seetõttu ei ole võimalik hinnata, kas Eesti lubja- ja dolokivid võiksid M_{DERB} 15 vastata. Lubjakivi kulumiskindluse katsetamisel puudub kogemus ka Problematika laboril. Seega praegusel hetkel puudub Eesti laborites võimekus kontrollida Rail Balticu raudteeballastiks sobiliku killustiku kulumiskindluse omadust.

9.4. Raudteeballasti nõutud omaduste vähesus

Võrreldes veebruaris 2016 koostatud üldise tehnilise kirjeldusega on eelprojekti tehnilises kirjelduses raudteeballastile oluliselt vähem nõudeid seatud. Lisaks eelprojekti tehnilise kirjelduse nõuded erinevad üldises tehnilise kirjelduses toodud nõuetest. Võrreldes mõlemaid omakorda Eesti Raudtee hangitava ballastikillustiku nõuetega, on Eesti Raudtee poolt seatud nõudeid oluliselt rohkem (Tabel 52). Seega on konsultandi hinnangul raudteeballastile liialt vähe omadusi määratud, mis ei taga, et kasutatav täitematerjal oleks tegelikult kindel ilmastikule, külmale, survele ja mehhaanilisele raskusele.

Tabel 52. Ballastile esitatud nõuete võrdlus

Nõue ballastile	Eelprojekti tehniline kirjeldus	Üldine tehniline kirjeldus	Eesti Raudtee hangitav
Mineraloogiline koostis	nõue puudub	100% purustatud looduslik raudteeballast tardkivist, mida on üksnes mehhaaniliselt töödeldud	Graniitkillustik
Terastikulise koostise kategooria, EN 933-1 järgi EN 13450 punkt 6.3, Tabel 1	31,5/63, kategooria F	1) LK 11 - 31,5/50 kategooria A 2) LK 12 - 31,5/63	31,5/63, kategooria F
Peenosiste (0,5 mm) sisalduse kategooria, EN 933-1 järgi EN 13450 punkt 6.4, Tabel 2	nõue puudub	0,6%, kategooria A	1%, kategooria B
Peenosiste (0,063 mm) sisalduse kategooria, EN 933-1 järgi EN 13450	nõue puudub	nõue puudub	<1 %, kategooria B

punkt 6.5, Tabel 3			
Plaatsusteguri maksimaalsete väärtuste kategooria, EN 933-3 järgi EN 13450 punkt 6.6.1, Tabel 4	nõue puudub	<35, Fl ₃₅	<20, Fl ₂₀
Kujutegur EN 933-4, EN 13450 punkt 6.6.2, Tabel 5	nõue puudub	nõue puudub	<20, Sl ₂₀
Tera pikkuse kategooria, EN 13450 p 6.7, Tabel 6	nõue puudub	<4 %, kategooria A	<12 %, kategooria D
Los Angeles'i teguri maksimaalsete väärtuste kategooria, EN 1097-2 jaotises 5 määratletud Los Angeles'e tegur LA_{RB} kasutades normatiivlisa C, EN 13450 punkt 7.2, Tabel 7	<12, maksimaalne ehk LA _{RB} 12	<12, maksimaalne ehk LA _{RB} 12	<20, LA _{RB} 20
Löögikindlus EN 1097- 2, EN 13450 punkt 7.2, Tabel 8	nõue puudub	nõue puudub	<18, SZ _{RB} 18
Kulumiskindluse maksimaalsete väärtuste kategooria, EN 1097-1, EN 13450 punkt 7.3, Tabel 9	M _{DE} RB15	maksimaalne ehk M _{DE} RB5	nõue puudub
Tihedus	nõue puudub	nõue puudub	min 1400 kg/m ³ (tihendamata killustik)
Veeimavus	nõue puudub	nõue puudub	<0,5 %

9.5. Toimivusdeklaratsioonid

Täitematerjalide tootjad määravad üldjuhul toimivusdeklaratsioonidel põhiomadused vastavalt määruse nr 74 kasutusala „Katendi sidumata ja hüdrauliliselt seotud kihtides kasutatav täitematerjal“ järgi ja eristavad erinevad tooted fraktsioonide põhjal. Kasutusala järgi ei eristada sidumata segusid, katendi sidumata ja hüdrauliliselt seotud kihtide drenkihi, kaevetööde tagasitäites katte pinnast kuni 2 meetri sügavuse täitematerjalina ja muldkeha töökihi täitematerjale.

10. ETTEPANEKUD

Järgnevad soovitusel on antud planeerimisprotsessi lihtsustamiseks Rail Balticu projekteerimise, maavarade uurimise ja täitematerjalide tootmise seisukohast.

10.1. Projekteerimine

10.1.1. Täitematerjalide standardite vähene kasutamine

1. Projekteerida kõikidele Rail Balticu ehitusel kasutatavatele materjalidele:
 - 1.1. harmoneeritud tootestandard,
 - 1.2. tootele oluliste omaduste näitajad (või nende vahemikud),
 - 1.3. oluliste omaduste määramise metoodika (vastavalt punktis a määratud standardi järgi).
2. Harmoneeritud tootestandardi puudumisel määratleda üksnes tootele oluliste omaduste näitajad (või nende vahemikud) koos määramise metoodikaga ning jätta võimalus kasutada sertifitseerimata tooteid tingimusel, et täitematerjali tootja koostab toote turule laskmisel selle kohta vastavusdeklaratsiooni.

10.1.2. Täitematerjalidele esitatud omaduste ebamäärasus

3. Projekteerida Rail Balticu ehituses kasutatavale täitematerjalile maksimaalne ja minimaalne terasuurus kasutades EN 933-1 kohased terasuursi. Vältida GOST-põhiseid terasuursi.
4. Ühtlustada nõuded kogu projekti ulatuses eri riikide vahel. Nõuete määramisel eelistada harmoneeritud EN standardeid.
5. Rail Balticu projekteerimisel arvestada määruse nr 74 lisas toodud täitematerjalide põhiomadustega. Nõuete ühtlustamisel võib põhjendatud juhtudel määruse nr 74 lisa põhiomadusi muuta või ära jätta.

10.1.3. Raudteeballasti nõutud omaduste vähesus

6. Kõrvaldada vastuolud täitematerjalide esitatud nõuetes Rail Balticu eelprojekti tehniline kirjelduses võrreldes üldise tehnilise kirjeldusega (vt tabel 45). Tähelepanu pöörata terastikulise koostise kategooriale (erinevad), peenosiste (0,5 mm) sisalduse kategooriale (määramata), plaatsusteguri maksimaalsete väärtuste kategooriale (määramata), tera pikkuse kategooriale (määramata) ja kulumiskindluse maksimaalsete väärtuste kategooriale (erinev).

7. Projekteerimisel arvestada Eesti Raudtee hangitava ballastikillustiku nõuetega. Rail Balticu ballastikillustiku nõuded peaksid olema vähemalt samaväärsed Eesti Raudtee kasutatava killustikuga.

10.2. Laborikatsete ja uuringute plaanimine

10.2.1. Katsed

8. Katsetada KG1 täitematerjalide tõendamiseks Eesti lubja- ja dolokivi killustiku (terasuurusega 0/32, fraktsioneerimata terastikulise koostisega GA) alla 0,02 mm läbimõõduga osakeste sisaldust standardi ISO 11277 Lisa B areomeetri katsel, filtratsiooni katsemeetodil ISO/TS 17892-11 ja kulumiskindlust Mikro-Devali EN 1097-1 järgi. Juhul, kui lubja- ja dolokivi ei vasta nõuetele, korrata katseid sama terakoostisega kruuskillustikule. Kui ka kruuskillustik ei vasta nõuetele, siis leida katseliselt optimaalne tardkivisegu.
9. Juhul, kui kulumiskindluse Mikro-Devali EN 1097-1 kohane määramine on vajalik ja asjakohane teavitada sellest täitematerjalide tootjaid ja ehitusmaterjalide katselaboreid Mikro-Devali EN 1097-1 kohase katsetamise võimekuse tekitamise vajadusest.
10. Viia praktikasse filtratsiooni katsemeetod standardi ISO/TS 17892-11 järgi. Selleks tuleb materjalidele nõuded kehtestada (vt soovitus 16).
11. Viia praktikasse areomeetri katse (eriti peente osakeste määramiseks) standardi ISO 11277 Lisa B järgi. Selleks tuleb materjalidele nõuded kehtestada (vt soovitus 16). Vajadusel (vt soovitusi 3 ja 4) nõuda ka areomeetri katset standardi GOST 12536-79 järgi.

10.2.2. Katsete akrediteerimine

12. Raudtee ehituse ajaks akrediteerida Eesti katselaborites vajalikud raudteeballasti katsemeetodid. Kindlasti akrediteerida kulumiskindluse katsemeetod MDE_{RB} - metoodika kirjeldus standardites EN 1097-1 ja EN 13450 punktis 7.3.

10.2.3. Uuringud

13. Materjali omaduste tõendamiseks ehituses sooritada standardijärgsed katsed geoloogiliste uuringute käigus.

14. Pärnumaal ja Raplamaal liiva ja kruusa maardlate leidmiseks teha riigi tellimusel üldgeoloogilise uurimistöö maavara leviku selgitamise eesmärgil, mis aitaks eraettevõtjatel edasise geoloogilise uuringu plaanisel maavara kaevandamise ja kasutusele võtmise eesmärgil.
15. Keskkonnamõju hindamisel pöörata tähelepanu selle kvaliteedile.

10.3. Seaduste ja juhendite muutmine

16. Kehtestada avalikult kasutatava raudteel toimuvatel teehoiutöödel kasutatavate tee-ehitusmaterjalide ja -toodete kohustuslikule deklareerimisele kuuluvad põhiomadused vastavalt kasutusale ja põhiomaduste tõendamise kord. Analoogselt nõuded on olemas tee-ehituses määruse nr 74 lisas. Teavitada sellest ehitusettevõtjaid ja ehitusmaterjalide katselaboreid.
17. Täitematerjalide tootjatel määrata toimivusdeklaratsioonidel põhiomadused vastavalt määruse nr 74 kasutusala järgi (mitte eristada üksnes ühe kasutusala fraktsioone). Kasutusala järgi eristada sidumata segusid, katendi sidumata ja hüdrauliliselt seotud kihtide drenkihi, kaevetööde tagasitäites katte pinnast kuni 2 meetri sügavuse täitematerjalina ja muldkeha töökihi täitematerjale [1].
18. Keskkonnaametil leida lahendus otstarbetult kaua kestnud kaevandamisloa ja uuringuloa menetluste lõpetamiseks. Selleks rakendada hea tava korras kõikidele menetlustele ajalist piirangut Maapõueseaduse 01.01.2017 jõustunud redaktsiooni järgi. Kaalutusotsuste tegemisel juhinduda SA Keskkonnaõiguse Keskuse kaalutusotsuste tegemise juhise⁷⁹ [30]. Kui ka kaevandamise- või uuringuloa andmisest keeldutakse, on see vajalik teave uute maardlate otsimise planeerimisel.

79

http://media.voog.com/0000/0036/5677/files/Kaalutusotsustuste_tegemine_keskkonnaasjades_K6K_2013.pdf

19. Informeerida madala varustuskindlusega piirkondade kohalikke omavalitsusi varustuskindluse tõstmise vajadusest.
20. Koostöös TJA-ga ja MKM-iga tööjõu ressursikasutuse võimalusi arutades on soovitatav varustuskindluse tõstmise soodustamiseks (peatükk 6), tegevuskava (lisa 2) realiseerimiseks, kõikide osapooltega koostöö tegemiseks ning ettevõtjate ning KOV-idega suhtlemiseks palgata projektijuht.

10.4. Materjali kasutus

21. Põlevkiviaheraine killustikku võib kasutada Rail Balticu raudteetrassi ehitusel alternatiivse materjalina raudtee muldes osaliselt, muldkeha alakihis arvestusliku kõrgusest alates 1,5 m sügavusel. Aherainekillustikust konstruktsioonikihi tühimikud tuleb täielikult täita materjaliga, mis täidab muldele esitatud nõudeid. Arvestades aheraine segamise tehnoloogiast tulenevat segamistäpsust, on soovituslik vahekord liiv/aheraine 60/40.
22. Madala varustuskindlusega piirkondades, kus geoloogiliste eelduste tõttu ei ole võimalik liiva ja kruusa varustuskindlust piisavalt tõsta, võib liiva ja kruusa asemel muldkeha ehitamisel osaliselt kasutada ehitusotstarbelist karbonaatkivimit. Sellest toodetud killustikul tuleb märgsõelumisega peenosise sisaldust vähendada kuni kategooriani f_4 . Killustik tuleb segada muldkeha materjaliga ühtlaselt soovitusliku vahekorraga liiv/killustik 50/50 kuni 60/40.
23. Kasutada raudtee ja sellega kaasnevate tehnovõrkude ja -rajatiste ehitamisel projektiga määratud mahus saadud kaevist võimalikult palju sama objekti tarbeks [17, § 97]. Kaevise omadusi kontrollida tootmisohje kaudu vastavalt projektis seatud nõuetele.

10.5. Ehitus

24. Maavarade varustuskindlust silmas pidades on ehitusega mõistlikum alustada kohast, kus varustuskindlus on piisav. Harjumaal on Rail Balticu muldkeha ehitamiseks piisav kogus liiva ja kruusa olemas. Seega on otstarbekas alustada muldkeha ehitusega põhja poolt ja liikuda lõuna suunas. See lisab aega, et mujal piirkonnas liiva ja kruusa varustuskindluse tõstmiseks avada täiendavaid karjääre.

25. Kaugemalt transporditava materjali kasutusse võtmisel on oluline alustada ehitusega logistiliste sõlmpunktide lähedalt. Aherainekillustiku kasutamiseks on oluline sõlmpunkt Ülemiste jaam. Raudteeballastkillustiku ja šlakikillustiku kasutamiseks on olulisteks sõlmpunktideks Bekkeri, Muuga ja Pärnu sadamad⁸⁰. Need sõlmpunktid toetavad samuti ehitamise alustamist Tallinna poolt. Kui on vajalik alustada (või ehitada samaaegselt mitmes kohas) ehitamisega lõuna poolt, siis on otstarbekas alustada Pärnu linna lähedalt sadamale võimalikult lähedalt.

⁸⁰ <http://rudus.ee/graniitkillustik/meretransport/>

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Majandus- ja taristuministri 22.09.2014 määrus nr 74 „Tee-ehitusmaterjalide ja -toodete esitatavad nõuded ja nende nõuetele vastavuse tõendamise kord“. Riigiteataja.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/108042016005?leiaKehtiv>
- [2] Rail Baltic Estonia General technical description and operational plan of Rail Baltic railway. Reaalprojekt OÜ, OÜ Hendrikson & Ko, UAB Kelprojektag jt 2016.
- [3] Killustikust katendikihtide ehitamise juhise. Maanteeamet 2016.
https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/ehitus/killustikust_katendikihtide_ehitamise_juhis.pdf
- [4] Muldkeha projekteerimise, ehitamise ja remondi juhise. Maanteeamet 2014.
https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/ehitus/muldkeha_projekteerimise_ehitamise_ja_remondi_juhis.pdf
- [5] Keskkonnaministri 26.05.2005 määruse nr 44 „Üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord“.⁸¹ Riigiteataja.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/905848>
- [6] Ministri kabineti 21.08.2012 määrus nr 570 „Läti Vabariigi mäetööstuse kord“. <http://likumi.lv/doc.php?id=251021>
- [7] Euroopa Liidu Komisjoni 21.02.2014 delegeeritud määrus nr 574/2014. Euroopa Liidu Teataja. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:32014R0574&qid=1459766265642>
- [8] Juhend riiklike huvide kaalumiseks ehitusmaavarade kaevandamis- ja uuringulubade taotluste menetlemisel lähtuvalt varustuskindluse

⁸¹ Kasutati redaktsiooni kehtivusega 31.12.2016, kuna uuringu tegemise ajal ei olnud uut redaktsioon jõustunud

- tagatusest. Keskkonnaministeerium 2013.
http://www.envir.ee/sites/default/files/kk_610_juhend_2013.pdf
- [9] Maardu kristalliinse ehituskivi maardla registrikaart nr 54. Keskkonnaregistri maardlate nimistu. Väljavõte Maa-ameti geoportaali maardlate rakendusest 25.01.2017.
- [10] Tee-ehituses kasutatavate filtratsioonimooduli erinevate määramismeetodite teaduslik LÕPPARUANNE – LISA 2012-17/L.Tallinna Tehnikaülikool, Teedeinstituut 2013.
- [11] Ehitusmaavarade kasutamise riiklik arengukava 2011-2020. Keskkonnaministeerium 2010.
http://www.envir.ee/sites/default/files/ehitusmaavarade_kasutamise_riiklik_arengukava_2011-2020.pdf
- [12] Vabariigi Valitsuse 15.04.2010 korralduse nr 148 lisa „Riigimaanteede teehoiukava aastateks 2010 - 2013“. Riigiteataja.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/1330/4993/13307045.pdf>
- [13] Riigimaanteede teehoiukava aastateks 2014–2020. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Maanteeamet.
https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/maantee/thk_2014-2020_muutmine_2016_0.doc
- [14] Ühtekuuluvuspoliitika fondide rakenduskava 2014 - 2020. Rahandusministeerium 2014.
<http://www.struktuurifondid.ee/public/Rakenduskava.pdf>
- [15] Ehitusmaavarade varustuskindluse uuring Maanteeameti objektidel. I etapi uuringu aruanne. Ramboll Eesti AS 2014.
http://www.mnt.ee/public/2015/Uuringud/Maavarade_varustuskindlus/2014_0038_Ehitusmaavarad-MNT2.pdf
- [16] Ehitusmaavarade varustuskindlus Maanteeameti objektidele. II etapi uuringu aruanne. ERC Konsultatsiooni OÜ 2015.
http://www.mnt.ee/public/MaVa_lopparuanne_231115_uus_ERC.pdf
- [17] Maapõueseadus. 01.01.2017 jõustunud redaktsioon, Riigiteataja.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/110112016001>
- [18] The comparability of Nordic abrasion test and micro-Deval test. Vuorinen, J. 2000.
- [19] Täitematerjali filtratsiooniomaduste määramine. OÜ Keskkonnauuringute Keskus 2011.

- [20] Rock crushing replacing gravel extraction. [http://www.ymparisto.fi/en-US/Maps_and_statistics/The_state_of_the_environment_indicators/Natural_resources/Rock_crushing_replacing_gravel_extraction\(28232\)](http://www.ymparisto.fi/en-US/Maps_and_statistics/The_state_of_the_environment_indicators/Natural_resources/Rock_crushing_replacing_gravel_extraction(28232))
- [21] Grus, sand och krossberg 2014 Aggregates. Geological Survey of Sweden 2015. <http://resource.sgu.se/produkter/pp/pp2015-2-rapport.pdf>
- [22] Kaevandamisega rikutud ja mahajäetud ehitusmaavarade karjäärade revisjon Lääne-Eestis. OÜ Eesti Geoloogiakeskus 2014. http://www.envir.ee/sites/default/files/kaevandamisega_rikutud_ja_mahajäetud_ehitusmaavarade_karjäärade_revisjon_laane-eestis.pdf
- [23] Kaevandamisega rikutud ja mahajäetud ehitusmaavarade karjäärade revisjon Põhja-Eestis. OÜ Eesti Geoloogiakeskus 2015. http://www.envir.ee/sites/default/files/1._i_koide.pdf
- [24] Haldusmenetluse seadus. 26.10.2016 jõustunud redaktsioon, Riigiteataja. <https://www.riigiteataja.ee/akt/123022011008?leiaKehtiv>
- [25] Laboratoorsete katsetuste läbiviimiseks vajalikud katsekogused. AS Teede Tehnokeskuse labori juhend 2015. http://www.teede.ee/wp-content/uploads/2015/05/laboratoorsete-katsetuste-labiviimiseks-vajalikud-katsekogused-2014_c98a.pdf
- [26] Aheraine killustiku omaduste kaardistamine Eestis ning nõrga kivi vääristamise teadusuuringud. AS Teede Tehnokeskus 2015. https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/150410_aheraine_uuring_lopparuanne.pdf
- [27] Teetööde ühikhinnad ja prognoos aastani 2022. Tallinna Tehnikaülikool, Logistikainstituut 2013. https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/teetoode_uhikhinnad_ja_nende_prognoos_aastani_2022.pdf
- [28] Keskkonnatasude seadus. 01.01.2017 jõustunud redaktsioon, Riigiteataja. <https://www.riigiteataja.ee/akt/116052013013?leiaKehtiv>
- [29] Šlakikillustiku ja šlakiliiva kasutamine teedehituses. Tallinna Tehnikaülikool, Teedeinstituudi inseneriõppe lõputöö, Gert Vatsel 2015.
- [30] Kaalutlusotsuste tegemine keskkonnaasjades. SA Keskkonnaõiguse Keskus 2013. http://media.voog.com/0000/0036/5677/files/Kaalutlusotsustuste_tegemine_keskkonnaasjades_K6K_2013.pdf

LISAD

