

**KAMALI LIIVAMAARDLA
KAMALI V UURINGURUUMI
GEOLOOGILINE UURING**
(varu seisuga 01.07.2022)

Töö nr 22-544
vastutav täitja

Rein Grünberg
/allkirjastatud digitaalselt/
diplomeeritud geoloogiainsener

Tartu 2022

Annotatsioon

Rein Grünberg, Anne Rooma “**Kamali liivamaardla Kamali V uuringuruumi geoloogiline uuring**” (varu seisuga 01.07.2022). Maavarauuringud OÜ, Tartu, 2022. 1 köide, 18 lk teksti, 2 joonist, 3 tabelit, 12 tekstilisa, 2 graafilist lisa (EGF, Maa-amet, aktsiaselts Roger Puit).

Kamali V uuringuruum (pindala 11,93 ha) asub Pärnumaa kaguosas Kilingi-Nõmme linnast ca 14 km kirde pool Saarde vallas Kamali külas eraomandisse kuuluval Juhani (katastritunnus 71101:004:0174) maaüksuse haritavaal maal ja looduslikul rohumaal. Geoloogilise uuringu eesmärgiks oli uuringuloa nr L.MU/509964 valdaja, aktsiaselts Roger Puit tellimisel välja selgitada uuringuruumis asuva maavara (kruusa ja liiva) kvaliteet, varu suurus ja kaevandamise mäetehnilised tingimused.

Maastikuliselt paikneb Kamali V uuringuruum Sakala kõrgustiku läänenõlval, maapinna absoluutsed kõrgused ulatuvad uuringuruumi teenindusalal 37...41 m.

Uuringuruumi kasuliku kihi moodustab liustikujõeline peene- kuni jämedateraline liiv, vähese kruusaga, paiguti on liiv savine. Uuringuruumi aluspõhja moodustavad Kesk-Devoni ladestiku Aruküla kihistu (D_{2ar}) väga peeneteralised ja peeneteralised liivakivid aleuroliidi, savi ja domeriidi vahekihtidega.

Täiteliivaks kvalifitseeruv materjal on savi- ning tolmuosakeste (<0,063 mm osakeste) sisaldus vahemikus 2,6...10,6%, keskmiselt 6,8%. Osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on liivas 0,0...53,0%, kaalutud keskmisena 7,2%. Liiva filtratsioonimoodul on 0,1...0,3 m/ööp ja jämeperu (10...14 mm) purunemiskindlus (LA) 38...43.

Kamali V uuringuruumi piires 7,23 ha-l välja eraldatud täiteliiva 15. ploki aktiivne tarbevaru on **359 tuh m³**, millest 290 tuh m³ asub põhjaveetasemest madalamal. Katendi (mulla ja moreeni) maht kokku on 91 tuh m³, sh mulla maht 43 tuh m³. Liiva saab looduslikul kujul kasutada täitepinnaena. Pärast jämeperuse materjali väljasõelumist saab liiva kasutada valikuliselt ehitussegudes. Purustatud kruus sobib kruusateede katete ehituseks ja remondiks.

Mäetehnilised tingimused Kamali V uuringuruumis asuva täiteliiva kaevandamiseks ei ole väga keerulised, kaevandamise teeb kulukamaks veealuse lasundi suur osakaal. Kattekihi paksus kokku on 0,3...1,5 m, keskmiselt 1,3 m, sh mulla paksus keskmiselt 0,6 m. Maavaralasi paksus on keskmiselt 5 m.

Maavarale on hea juurdepääs, uuringuruumist lääne pool kulgeb Kanaküla-Kamali maantee (tee nr 19307), kuhu saab rajada karjäärilise materjali väljaveo tee.

Kaevandamisjärgselt saab kujundada valdavale osale mäeeraldise alast üle 2 m sügavuse veekogu.

Märksõnad: Pärnu maakond, Saarde vald, Kamali liivamaardla, Kamali V uuringuruum, täiteliiv, aktiivne tarbevaru.

SISUKORD

Sissejuhatus	4
1. Piirkonna üldiseloostus, geoloogiline uuritus	5
2. Uuringuruumi geoloogiline ehitus ja hüdrogeoloogilised tingimused	8
3. Tööde metoodika ja mahud	9
4. Materjali kvalitatiivne iseloostus	12
5. Varu arvutus	13
6. Kaevandamise mäetehnilised tingimused	15
7. Keskkonnamõju hindamine	16
Kokkuvõte	17
Kasutatud materjalid	18

Tekstilised

1. Geoloogilise uuringu luba nr L.MU/509964	19
2. Uuringupunktide kataloog	21
3. Uuringupunktide kirjeldused	23
3.1. Väljavõte EGF aruandest 7355	28
4. AS TREV-2 Grupp labori katseprotokoll nr 2022/819 koopia (<i>terastikulise koostise määramine</i>)	29
5. AS TREV-2 Grupp labori katseprotokoll nr 2022/820, 2022/821 ja 2022/822 koopia (<i>filtratsioonimooduli määramine</i>)	32
6. AS TREV-2 Grupp labori katseprotokoll nr 2022/919 ja 2022/920 koopia (<i>purunemiskindluse määramine</i>)	35
7. Lõimiseanalüüside tulemused proovides ja kaalutud keskmisena tarbevaru plokis ...	37
8. Uuringuruumi mahu arvutus (<i>väljavõte Surfer 10 arvutuse protokollist</i>)	38
9. Topomõõdistuse seletuskiri	41
10. Kaevandite ja puuraukude likvideerimise akt	42
11. Keskkonnaameti 28.07.2022 nr DM-120756-2 Kamali V uuringuruumi uuritud maa korrastamise akti heakskiitmine	43
12. Tellija arvamus	45
Maa-ameti peadirektori korraldus	46

Graafilised lisad

1. Topo- ja varu arvutuse plaan, mõõtkava 1:1 000
2. Geoloogilised läbilõiked A-B ja C-D

Elektronilised lisad

- Varu_lamamijooned (MapInfo failid)
- Katendi_lamamijooned (Mapinfo failid)
- Varuplokk (MapInfo failid)
- Topo- ja varu arvutuse plaan ja geoloogilised läbilõiked (MapInfo failid, tif failid)

SISSEJUHATUS

Aktsiaseltsile Roger Puit on Keskkonnaameti korraldusega 19.01.2021 nr DM-111459-11 välja antud geoloogilise uuringu luba nr L.MU/509964 (lisa 1), mille alusel tegi Kamali V uuringuruumis (pindala 11,93 ha) geoloogilise uuringu Maavarauuringud OÜ.

Kamali V uuringuruum asub Pärnu maakonnas Saarde vallas Kamali külas eraomandisse kuuluval Juhani (katastritunnus 71101:004:0174) maaüksusel.

Geoloogilise uuringu eesmärgiks oli tarbevaru tasemel välja selgitada Kamali V uuringuruumis asuva maavara kvaliteet, varu suurus ja kaevandamise mäetehnilised tingimused, et hiljem taotleda samale alale maavara kaevandamisluba.

Välitööde käigus rajati kaevandid ja puuriti puuraugud mille kasulikust kihist võeti proovid materjali terastikulise koostise (lõimise), filtratsioonimooduli ja purunemiskindluse määramiseks. Laboratoorsed uuringud tehti AS TREV-2 Grupp laboris, mille pädevust on kinnitatud Eesti Akrediteerimiskeskuse akrediteerimistunnistusega nr L278, mis kehtib kuni 31.01.2027.

Uuringuruumi teenindusalal ja selle lähiümbruses tehti topogeodeetiline mõõdistamine. Mõõdistuse tegi geodeet Tiit Kalmus.

Geoloogilised välitööd viisid läbi geoloogid Rein Grünberg, Ranek Rohtla ja Anne Rooma. Tööde tulemused esitatakse käesolevas aruandes, mille koostasid Rein Grünberg ja Anne Rooma.

Geoloogiliste uuringutööde läbiviimisel juhinduti keskkonnaministri 17.12.2018 vastu võetud määrusest nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks“.

1. PIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS, GEOLOOGILINE UURITUS

Kamali V uuringuruum (pindala 11,93 ha) asub Pärnumaa kaguosas Kilingi-Nõmme linnast ca 14 km kirde pool Saarde vallas Kamali külas eraomandisse kuuluval Juhani (katastritunnus 71101:004:0174, pindala 94,44 ha, maa sihtotstarve on 100% maatulundusmaa) maaüksuse haritaval maal ja looduslikul rohumaal (joonis 1).

Kamali V uuringuruumi teenindusala keskpunkti geograafilised koordinaadid on 58°13'42" pl ja 25°11'29" ip (Eesti baaskaardi mõõtkava 1:50 000 leht nr 5341).

Kamali V uuringuruumi teenindusala piirneb lõuna ja loode poolt Kamali liivamaardlaga (maardla registrikaart nr 81).

Kamali V uuringuruumi teenindusalast kirde ja edela poole jätkub Juhani (katastritunnus 71101:004:0174) maaüksuse haritav maa ja metsamaa. Põhja poole jääb Kuislaoja (katastritunnus 71201:001:0192) maaüksuse metsamaa ja looduslik rohumaad ning lõuna poole Karjääri (katastritunnus 71101:004:0083) maaüksuse mäetööstusmaa.

Kamali V uuringuruumi teenindusalast ca 30 m kaugusele lääne poole jääb Kanaküla-Kamali maantee (riigi kõrvalmaantee nr 19307). Maantee kaitsevööndi laius mõlemal pool äärmise sõiduraja välimisest servast on 30 m.

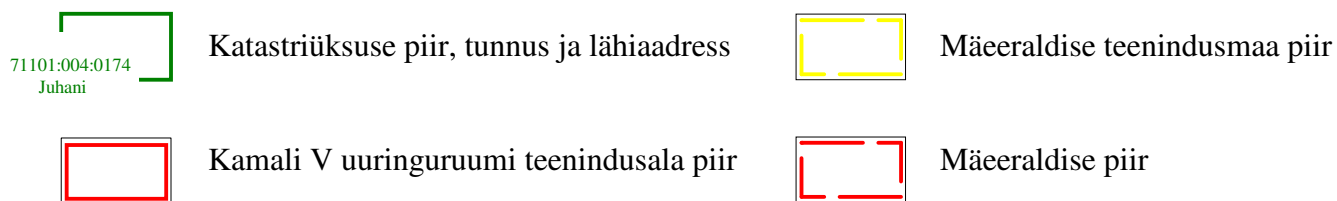
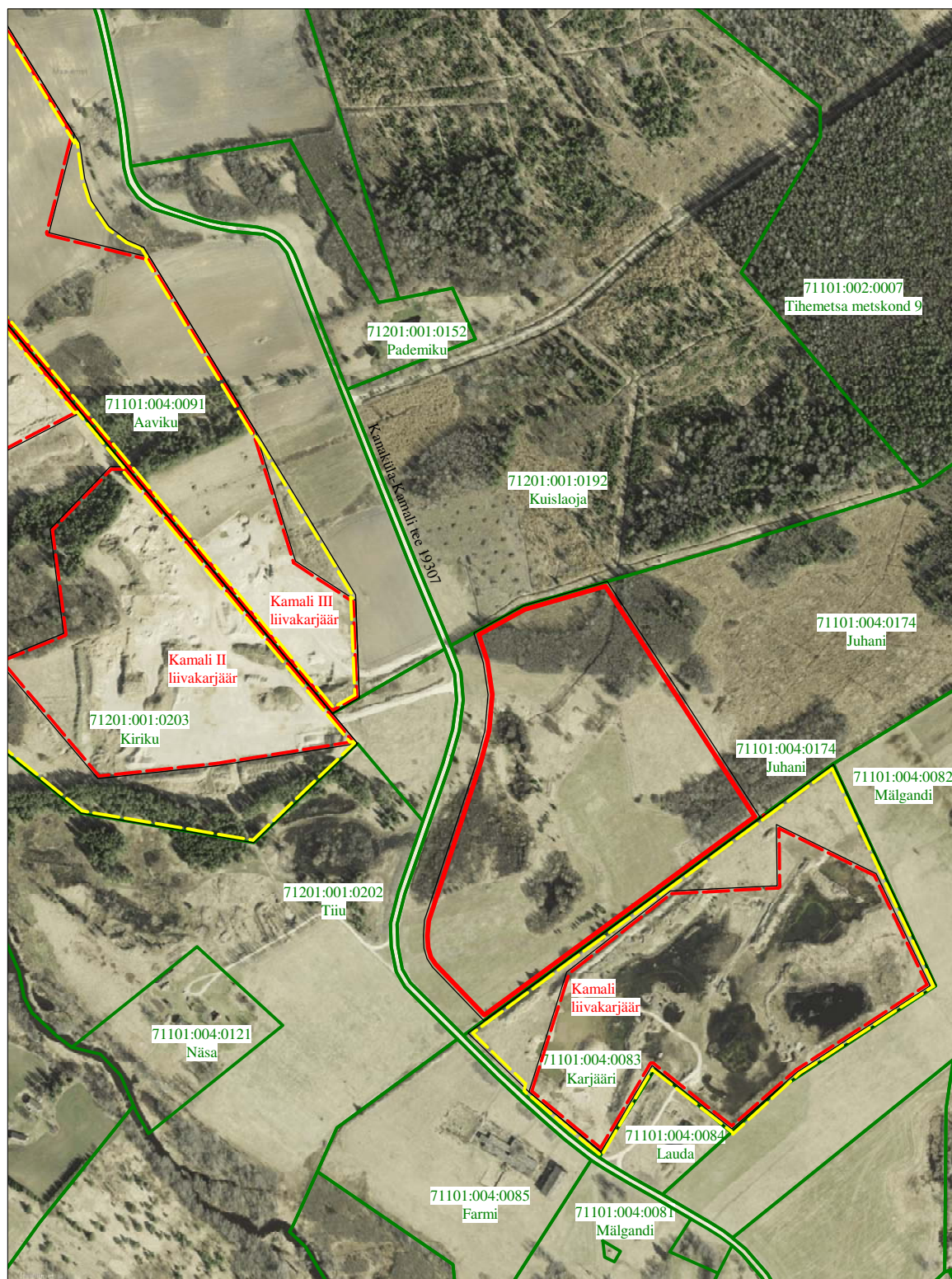
Lähimaks pinnaveekoguks on Halliste jõgi (VEE1136000), mis jääb teenindusalast ca 400 m kaugusele edela poole.

Kamali V uuringuruumi teenindusala piires ja vahetus läheduses ei asu Natura 2000 linnu-ega loodusalasid, looduskaitsealasid, kaitstavaid looduse üksikobjekte ning kultuurimälestisi.

Lähimad elamud jäävad uuringuruumi teenindusalast ca 300 m kaugusele edela poole Näsa (katastritunnus 71101:004:0121), ca 350 m kaugusele loode poole Paderniku (katastritunnus 71201:001:0152) ja ca 580 m kaugusele lõuna poole Kahro (katastritunnus 71101:004:0058) kinnistutele. Uuringuruumi teenindusalast lõuna poole jäävatel maaüksustel Farmi (katastritunnus 71101:004:0085), Mälgandi (katastritunnus 71101:004:0081) ja Lauda (katastritunnus 71101:004:0084) asuvad tootmishooned.

Maastikuliselt paikneb Kamali V uuringuruum Sakala kõrgustiku läänenõlval, maapinna absoluutsed kõrgused ulatuvad uuringuruumi teenindusalal 37...41 m. Uuringuruumi aluspõhja moodustavad Kesk-Devoni ladestiku Aruküla kihistu (D_{2ar}) väga peeneteralised ja peeneteralised liivakivid aleuroliidi, savi ja domeriidi vahekihtidega.

Kamali V uuringuruumi piires on varem ehitusmaavarade geoloogilisi uuringuid teinud RPI „Eesti Põllumajandusprojekt“. Kamali V uuringuruumi teenindusala lääneossa ulatuva omaaegse Näsa karjääri mäeeraldise vormistamiseks uuriti ala 1961. a ja karjääri laiendamiseks täiendavalt ka 1964. a (EGF 6781). Viimane, 1,69 ha-l tehtud uuring hõlmas Kamali V uuringuruumi lääneosa. Mäeeraldis on käesolevaks ajaks ammendatud ja korrastatud.



Joonis 1. Kamali V uuringuruumi asukohaskeem Maa-ameti kaardirakendusel M 1:7500

Kamali V uuringuruumist vahetult lõuna poole jääb Saarde Vallavalitsuse Kamali liivakarjääri mäeeraldis, mis hõlmab Kamali liivamaardla aktiivse tarbevaru ehituskruusa 1. plokki, ehitusliiva 2. plokki, täiteliiva 3. plokki ja 4. plokki. Saarde Vallavalitsusele on antud maavara kaevandamise keskkonnaluba L.MK.PM-15727, loa kehtivusaeg on 26.03.2003 kuni 26.03.2028. Kamali liivakarjääri mäeeraldise pindala on 10 ha ja mäeeraldise teenindusmaa pindala on 12,64 ha ning karjääri jääkvaru on seisuga 30.06.2022: plokk 1 – 30,08 tuh m³ ehituskruusa, plokk 2 – 330,15 tuh m³ ehitusliiva, plokk 3 – 31 tuh m³ täiteliiva ja plokk 4 – 54,6 tuh m³ täiteliiva.

Kamali liivakarjääri ala uuriti 2002. aastal OÜ Eesti Geoloogiakeskuse poolt „Kamali liiva ja kruusa leiukoha geoloogiline uuring Pärnumaal (varu seisuga 01.01.2002)“ (EGF 7355). 2002. aasta geoloogiliste uuringute tulemusel eraldati uuringuala lääneosas välja ehituskruusa ja -liiva aktiivse tarbevaru plokid 1. ja 2. ning idaosas maavaratingimustele mittevastava materjali, maa-ainese plokk 3. Uuringu käigus rajati 21 puurauku sügavusega 3,0...10,9 m ning võeti 30 proovi. Pinnaseproovid teimiti Eesti Geoloogiakeskuse laboris, kus määrati terastikuline koostis (lõimimis) ning savi- ja tolmuosakeste sisaldus. Kasuliku kihi lamami moodustab limnoglatsiaalne punakaspruun tihe vilgurikas aleuriit, paiguti saviliiv. Kattekihiks oli 0,3...0,7 m paksune kasvukiht (muld) selle all lasuv saviliivmoreen paksusega 0,0...3,5 m. Kasuliku kihi moodustab uuringualal kruus ja kruusasegune liiv. Kruus levib uuringuala lõuna- ja keskosas 3,39 ha pindalal põhjaveetasemest kõrgemal paksusega 1,2...3,6 m (keskmine paksus 2,48 m). Kruuspinnases on jämepurdu (osakesi >5 mm) keskmiselt 52,0% ning savi- ja tolmu (osakesi <0,05 mm) 10,6%. Ehituskruusa aktiivne tarbevaru 84 tuh m³. Kruusasegune liiv esineb 7,55 ha suurusel alal paksusega 1,8...7,8 m (keskmine paksus 4,55 m) ja paikneb valdavalt allpool põhjaveetaset. Liivas on jämepurdu (osakesi >5 mm) keskmiselt 17,5%, savi- ja tolmu (osakesi <0,05 mm) 9,9% ning liiva peensusmoodul on 2,15 (liiv on valdavalt keskmiseteraline). Ehitusliiva aktiivne tarbevaru on 344 tuh m³, millest allapoole põhjaveetaset jääb 315 tuh m³. Uuringuala idaosas on 2,97 ha suurusel alal arvatud ülalpool põhjaveetaset maa-ainese mahuks 74 tuh m³. Pärast veealuse varu ammendamist tuleks kaeveala rekultiveerida veekoguks. Hüdrogeoloogilistest töödest tehti veetasemete mõõtmised puuraukudes, veetase asus absoluutsetel kõrgustel 36,6...37,2 m. Halliste jõe veetase oli 16.12.2001. a 33,5 m absoluutsel kõrgusel.

2011. aastal võeti Kamali liivakarjääri mäeeraldise maa-aines (3. plokk) arvele täiteliiva aktiivse tarbevaruna „Kamali liivakarjääri mäeeraldise maa-ainese arvelevõtmine täiteliiva aktiivse tarbevaruna (varu seisuga 30.04.2011). EGF 8309. Täiteliiva aktiivse tarbevaru 3. plokk pindalal 1,37 ha - 31 tuh m³ (kogu varu asub ülalpool põhjaveetaset) ja 4. plokk pindalal 2,45 ha - 63 tuh m³ (kogu varu asub allpool põhjaveetaset).

2. UURINGURUUMI GEOLOOGILINE EHITUS JA HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Kamali V uuringuruumi teenindusala paikneb Sakala kõrgustiku läänenõlval, kus pinnakattesetete all avanevad Kesk-Devoni ladestiku Aruküla kihistu (D_{2ar}) väga peeneteralised ja peeneteralised liivakivid aleuroliidi, savi ja domeriidi vahekihtidega.

Uuringuruumi teenindusala piires on maapind tasane, maapinna absoluutsed kõrgused ulatuvad uuringuruumi teenindusalal 37...41 m.

Kamali V uuringuruumi üldistatud geoloogiline läbilõige on esitatud tabelis 1.

Kamali V uuringuruumi üldistatud geoloogiline läbilõige Tabel 1

Kihi nimetus	Kihi paksus, m		Geoloogiline indeks	Kasulik kiht (+)
	Min	Max		
Kasvukiht (muld)	0,3	1,3	Q _{2_s}	
Saviliivmoreen, pruun kuni punakaspruun	0,0	1,2	Q _{1jrVr_g}	
Liiv, eriteraline, vähese kruusa ja veeristega, paiguti savikas. Kihiti on liiv peeneteraline ja savine. Kaevandis 1 ja kaevand-puuraugus 4 esineb kruus	1,8	8,3	Q _{1jrVr_fg}	+
Saviliiv- ja liivsavimoreen, pruun, punakaspruun kuni hallikaspruun, veeristega, plastne kuni tihe	0,0	1,2	Q _{1jrVr_g}	

Kasuliku kihi moodustab liustikujõeline peene- kuni jämedateraline liiv vähese kruusaga, paiguti on liiv savine. Arvele võtmiseks esitatav plokk 15 (täiteliiv) sisaldab liiva (osakesed 0,063...2,0 mm) keskmiselt 68,1%. Savi- ja tolmu (<0,063 mm) osakeste sisaldus on keskmiselt 6,8%. Jäme purdse materjali (>31,5 mm) sisaldus on keskmiselt 7,2%.

Täiteliiva lasundi keskmine paksus kokku on 4,8 m, sh veetaluse lasundi keskmine paksus 4,0 m. Kattekihi (mulla ja moreeni) paksus kokku plokk 15 alal on 0,3...1,5 m, keskmine paksus 1,2 m, sh mullakihi keskmine paksus 0,6 m. Kasuliku kihi lamami moodustab moreen.

Põhjaveetasemest madalamale jääva varu arvutamisel on veetaseme keskmiseks absoluutseks kõrguseks 36,7 m.

Hüdrogeoloogilistest töödest tehti veetaseme mõõtmised kaevandites ja puuraukudes. Uuringute käigus (02.12.2021 ja 19.05.2021) jõuti veeni kaheteistkümnnes uuringupunktis, kus veetase jäi maapinnast 1,3...4,0 m sügavusele. Uuringuruumi põhjaveetase jääb kaevandite ja puuraukude andmetel absoluutsetele kõrgustele 35,0...38,2 m, keskmiselt 36,7 m. Kunagise Näsa karjääri idaosas kujundatud veesilma tase oli 19.05.2022. a 37,23 m kõrgusel.

Uuringuruumiga lõunas külgnevas Kamali liivakarjääris on 15.11.2018. a markšeideri-mõõdistamisel veetase asunud 36,88 m kõrgusel. Veetase langeb idast lääne suunas.

Lähimaks pinnaveekoguks on Halliste jõgi (VEE1136000), mis jääb uuringuruumi teenindusalast ca 400 m kaugusele edela poole ja kus veetase oli 16.12.2001 absoluutsel kõrgusel 33,5 m.

3. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD

Geoloogilise uuringu käigus rajati Kamali V uuringuruumi teenindusalale kuusteist uuringupunkti (kaevandit, puurauku ja kaevand-puurauku) kogumetraažiga 90,7 m, keskmise sügavusega 5,7 m (3,0...9,5 m). Uuringupunktide vahekaugused jäid vahemikku 35...150 m. Esmalt kaevati ekskavaatoriga üheksa kaevandit ja siis puuriti üksteist puurauku. Neli puurauku puuriti varasemalt tagasitäidetud kaevandite asukohtadesse. Kaevanditest ja puuraukudest võeti kasulikust kihist 22 proovi (lisad 2, 3 ja graafiline lisa 1).

Kasuliku kihi moodustab eriteraline liiv, vähese kruusa ja veeristega, paiguti on liiv savine. Kasuliku kihi lamamiks on moreen, mis on avatud kaheksas uuringupunktis (lisad 2 ja 3).

Kaevandid kaevati roomikekskavaatoriga JCB. Puuraugud puuriti tigupuurimise meetodil puuragregaadiga UGB-1-VS, diameetriga 140 mm. Kaevandid ja puuraugud likvideeriti kohe pärast geoloogilise läbilõike kirjeldamist, proovide võtmist ja veetasemete mõõtmist pinnasega täitmise teel, ümbrus korrastati. Kaevandite ja puuraukude likvideerimise kohta koostati akt, mille on heakskiitnud Keskkonnaamet (lisad 10 ja 11).

Kasulik kiht (peene- kuni jämedateraline liiv, vähese kruusaga) prooviti materjali terastikulise koostise, purunemiskindluse ja filtratsioonimooduli määramiseks. Kaevanditest ja puuraukudest võeti proovid kasuliku kihi kogu paksusest. Võetud 22 proovi viidi terastikulise koostise, filtratsioonimooduli ja purunemiskindluse määramiseks TREV-2 GRUPP AS laborisse. Terastikulise koostise (lõimise) määramisel (EVS-EN 933-1, sõelumismeetod – pesemine ja sõelumine) kasutati sõelu ava läbimõõduga: 125 mm, 80 mm, 63 mm, 40 mm, 31,5 mm, 20 mm, 16 mm, 12,5 mm, 8 mm, 6,3 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm, 0,063 mm. Lõimiseanalüüside tulemused on esitatud lisa 4.

Veel määrati kolmes koondproovis (1. proov: K-Pa 5 (proov 5-2 ja 5-3) 4,0...6,0 m ja 6,0...9,0 m; 2. proov: Pa 10 (proov 10-2 ja 10-3) 4,5...7,5 m ja 7,5...9,9 m ja 3. proov: Pa 14 (proov 14-1 ja 14-2) 1,5...6,0 m ja 6,0...9,0 m) liiva filtratsioonimoodul (fraktsioon 0...4 mm, EVS 901-20) (lisa 5).

Lisaks lõimisele ja filtratsioonimoodulile määrati jämepurdsest materjalist valmistatud killustiku purunemiskindlus Los Angelese katsel (fraktsioon 10...14 mm; EVS-EN 1097-2:2020) kahes uuringupunktis: kaevandis K 1 (0,5...5,0 m) ja kaevand-puuraugus K-Pa 4 (1,2...4,5 m) (lisa 6).

Topo-geodeetiliste tööde käigus mõõdistati uuritud ala ja selle lähiümbrus 40 m raadiuses, ühtlasi määrati uuringupunktide x, y ja z koordinaadid (graafiline lisa 1). Mõõdistuse tegi geodeet Tiit Kalmus. Mõõdistamine on teostatud L-EST97 koordinaatide süsteemis, kõrgused on arvutatud EH2000 süsteemis. Plaani (mõõtkava 1:1 000) koostamisel on kasutatud programmi MapInfo. Täpsemad andmed tööde metoodika kohta on esitatud topomõõdistuse seletuskirjas (lisa 9).

Uuringuruumis lasuva maavara kvaliteedi hindamisel ja varu arvutamisel lähtuti käesoleva uuringu käigus rajatud kaevandite ja puuraukude andmetest ning laboratoorsete uuringute tulemustest ning Kamali liiva ja kruusa leiukoha geoloogiline uuring Pärnumaal (varu seisuga 01.01.2002), (EGF 7355) ja Kamali liivakarjääri mäeeraldise maa-ainese arvelevõtmine täiteliiva aktiivse tarbevaruna (varu seisuga 30.04.2011), (EGF 8309) andmetest.

Kamali liiva ja kruusa leiukoha geoloogilise uuringu aruande (EGF 7355) kohaselt on Kamali V uuringuruumile lähimate puuraukude geoloogilises läbilõikes maavara 3,2...3,7 m paksuse juures katendi paksus kuni 3,8 m. Kuna kaevetööde käigus on sellele alale ladustatud hinnanguliselt kuni 15 tuh. m³ mäeeraldise teiseladatud katendit, ei pea maavaldaja otstarbekas arvutada seal täiendavat madalakvaliteedilise maavara varu.

Uuringuruumis esineva materjali kvalifitseerimisel (maavara ja kasutusalaade väljaselgitamisel) lähtuti keskkonnaministri 17.12.2018 vastu võetud määrusest nr 52, kus sätestatakse:

- *kruus on mitmekomponendiline purdsetend, milles osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on rohkem kui 35%. Kruus vastab ehituskruusale esitatavatele nõuetele, kui osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on rohkem kui 35%, osakesi läbimõõduga alla 0,063 mm on vähem kui 12% ja kruusast valmistatud killustiku (fraktsioon 10...14 mm) purunemiskindluse kategooria Los Angelese katsel on 35 või väiksem;*
- *liiv on mitmekomponendiline purdsetend, milles osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on vähem kui 35%. Liiv vastab ehitusliivale esitatavatele nõuetele, kui osakesi läbimõõduga alla 0,063 mm on vähem kui 5% ning osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm vähem kui 35%;*
- *täiteliiv ja täitekruus on setend, mis ei vasta kas ehituskruusale või ehitusliivale esitatud nõuetele;*
- *kui uuringu käigus selgub, et uuringuruumi piires esineb mitu erineva kasutusalaaga maavara, ei pea kasutusalaade kaupa eraldi maavara plokkide moodustama, kui*

teise kasutusala maavara on alla 30% moodustatava maavara ploki kogumahust ja alla saja tuhande kuupmeetri.

Lähtuvalt määruses sätestatust oli Kamali V uuringuruumis uuritud maavara võimalik piiritleda täiteliiva plokina (plokk 15). Täiteliiva varu arvutati Juhani katastriüksuse piires (7,23 ha suurusel alal).

Uuringuruumis oleva varu maht arvutati kahe lõikepinna vahelise ruumala meetodil. Selleks kasutati matemaatilise analüüsi arvutiprogrammi Surfer 10 (*Triangulation with Linear Interpolation*), tulemused on esitatud lisas 8. Täiteliiva varu (plokk 15) on piiritletud 13 nurgapunktiga, arvele võtmiseks esitatav varuploki pindala on 7,23 ha. Kattekihi (mulla ja moreeni) mahu arvutamisel on ülemiseks lõikepinnaks maapind ja alumiseks katendi lamami pind. Mulla maht on arvutatud varuploki pindala ja uuringupunktides määratud mullakihi keskmise paksuse korrutisena. Varu arvutust on täpsemalt selgitatud varu arvutuse peatükis 5.

Purdmaterjali kirjeldamisel on kasutatud 1971. a Ago Vilo poolt koostatud purdsetete terasuuruse klassifikatsiooni (Vilo, 1971; tabel 2).

Purdsetendite terasuuruse klassifikatsioon (Vilo, 1971)

Tabel 2

Fraktsiooni nimetus		Tera suurus, mm	
Jämepeurd	Rahnud	Suured	üle 1000
		Keskmiised	500 ... 1000
		Väikesed	200 ... 500
	Munakad		100 ... 200
	Veerised	Suured	50 ... 100
		Väikesed	20 ... 50
	Kruusaterad	Suured	10 ... 20
		Väikesed	2 ... 10
	Peenpeurd	Liivaterad	Jämeliiv
Keskliiv			0,25 ... 0,5
Peenliiv			0,10 ... 0,25
Ülipeen liiv			0,05 ... 0,10
Tolmuosakesed		Jämetolm	0,01 ... 0,05
		Peentolm	0,002 ... 0,001
Saueosakesed		Jämesau	0,001 ... 0,002
		Peensau	alla 0,001

4. MATERJALI KVALITATIIVNE ISELOOMUSTUS

Keskkonnaministri 17.12.2018. a vastu võetud määruse nr 52 („Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks”) paragrahvist nr 29 tulenevalt, käsitletakse liiva ja kruusa maavara kasutusalaade seisukohalt järgnevalt:

tehnoloogiline liiv – SiO_2 sisaldus ei tohi olla alla 95%, Al_2O_3 sisaldus ei tohi olla üle 4% ega Fe_2O_3 sisaldus üle 0,6%;

ehitusliiv – osakesi läbimõõduga alla 0,063 millimeetri ei tohi olla üle 5% ning osakesi läbimõõduga üle 31,5 millimeetri peab olema alla 35%;

ehituskruus – osakesi läbimõõduga üle 31,5 millimeetri ei tohi olla alla 35% ning osakesi läbimõõduga alla 0,063 millimeetri ei tohi olla üle 12%, ehituskruusa purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel 35 või väiksem;

täiteliiv ja täitekruus on setend, mis ei vasta tehnoloogilise liiva, ehitusliiva ja ehituskruusa nõuetele.

Kamali V uuringuruumis lasuva materjali terastikulist koostist iseloomustavad kaevanditest ja puuraukudest võetud proovide lõimiseanalüüside tulemused. Lõimiseanalüüsil kasutati peatükis 3 (lk 9...10) kirjeldatud sõeltekomplekti. Erineva terasuurusega materjali levikust annavad ülevaate geoloogilised läbilõiked (vt graafiline lisa 2) koos varu arvutuse plaaniga (vt graafiline lisa 1).

Uuringuruumis piiritletud **plukk 15** sisaldab laboriandmetel (lisa 4, lisa 7) **savi- ja tolmuosakesi** (<0,063 mm) vahemikus **2,6...10,6%** (kaalutud keskmisena **6,8%**). **Liivafraktsiooni** (0,063...2,0 mm) osakaal on **13,1...93,2%** (kaalutud keskmisena **68,1%**). **Kruusafraktsiooni** (2,0...20 mm) osakaal on **2,0...40,0%** (kaalutud keskmisena **15,7%**). Läbimõõduga **üle 20 mm** osakeste sisaldus on **0,0...58,0%** (kaalutud keskmisena **9,4%**).

Läbimõõduga **üle 31,5 mm** osakeste sisaldus proovides on **0,0...53,0%** (kaalutud keskmisena **7,2%**).

Lisaks lõimisele määrati kahes proovis jämepurdsest materjalist valmistatud killustiku (fraktsioon 10...14 mm) purunemiskindlus Los Angelese (LA) katsel (vastavalt standardile EVS-EN 1097-2). Purunemiskindlus oli 38 (kaevand 1) ja 43 (kaevand-puurauk 4) (lisa 6), mis ei vasta ehituskruusale esitatavatele nõuetele.

Veel määrati kolmes koondproovis liiva filtratsioonimoodul. Filtratsioonimoodul määrati fraktsioonist 0..4 mm (vastavalt standardile EVS 901-20). Liiva filtratsioonimoodul on vahemikus 0,1 ... 0,3 m/ööp (K-Pa 5) ja (Pa 14) (lisa 5).

Majandus- ja taristuministri poolt 03.08.2015 vastu võetud määruses nr 101 „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“ toodule peab muldkeha töökihis kasutatava täitematerjali filtratsioonimoodul olema vähemalt 0,2 m/ööp.

Looduslikul kujul saab liiva kasutada täitepinnaena. Pärast jämeperdse materjali väljasõelumist saab liiva kasutada valikuliselt ehitussegudes.

5. VARU ARVUTUS

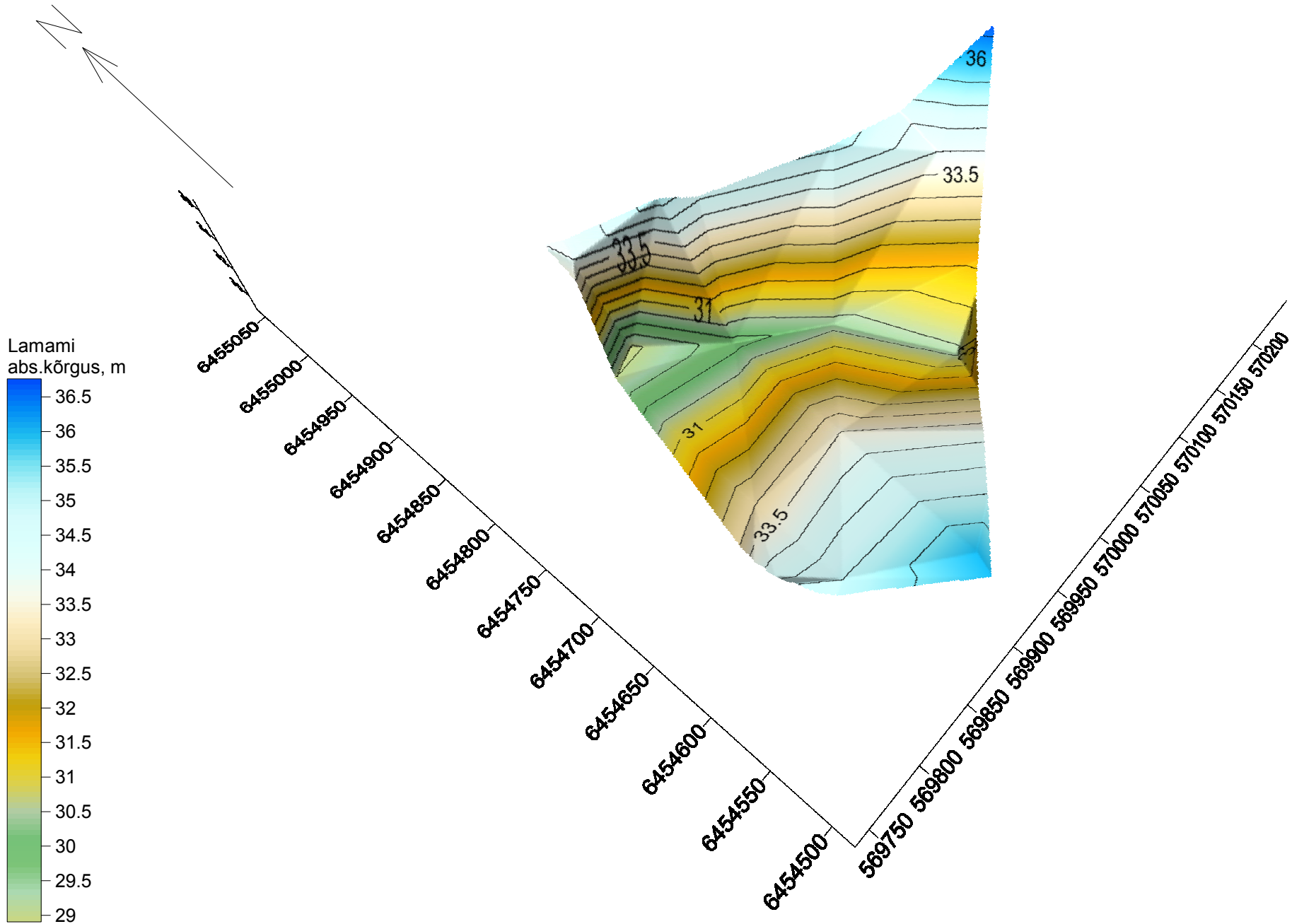
Kamali liivamaardla Kamali V uuringuruumi piires uuritud liiva aktiivne tarbevaru arvutatakse ühe plokina (plokk 15 – aT). Kahekümne ühe lõimiseanalüüsi kaalutud keskmisena kvalifitseerub 15. plokki materjal täiteliivaks. Täiteliiva varu arvutame Juhani (katastritunnus 71101:004:0174) maaüksuse piires 7,23 ha suurusel alal. Plokk 15 ala on piiritletud kolmeteistkümne nurgapunktiga, nurgapunktide koordinaadid on esitatud graafilisel lisal 1. Keskkonnaalased piirangud puuduvad.

Varu arvutuse aluseks on:

- topoplaan mõõtkavas 1:1 000 (graafiline lisa 1);
- geoloogilis-litoloogilised läbilõiked (graafiline lisa 2);
- puuraukude ja kaevandite kirjeldused (lisa 3);
- lõimiseanalüüside tulemused (lisa 7);
- kihi paksused uuringupunktides (tabel 3).

Uuringuruumis oleva maavara mahu arvutame kahe lõikepinna vahelise ruumala meetodil arvutiprogrammiga Surfer 10 (*Triangulation with Linear Interpolation*). Alumiseks lõikepinnaks on varu lamami pind (vt graafiline lisa 1), mida matemaatiliselt kirjeldavad tabelis 3 esitatud uuringupunktide andmete alusel moodustatud lamami samakõrgusjoonte X, Y ja Z koordinaadid (joonis 2).

Ülemiseks lõikepinnaks on katendi lamami pind (vt graafiline lisa 1), mida matemaatiliselt kirjeldavad maa-ala mõõdistamispunktide koordinaatide alusel moodustatud pinnast lahutatud katendi paksustest moodustatud pinna X, Y, Z koordinaadid.



Joonis 2. Kamali V uuringuruumi maavara lamam

Maavaravaru kirjeldavate puuraukude andmestik Tabel 3

Uuringu- punkti (K, Pa) nr	Suudme abs kõrgus, m	Puuraugu, kaevandi sügavus, m	Kattekihi paksus, m		Täiteliiva kihi paksus, m		Täiteliiva lamami abs kõrgus, m
			Kokku	sh muld	Kokku	sh vee all	
K 1	40,0	5,1	0,5	0,3	4,5	-	35,0
K 2	40,0	4,1	1,5	0,5	2,5	-	36,0
K-Pa 3	38,3	6,0	0,8	0,8	4,0	1,5	33,5
K-Pa 4	39,9	9,5	1,2	0,4	8,3	5,5	30,4
K-Pa 5	39,3	9,0	1,2	0,4	7,8	5,5	30,3
K-Pa 6	40,0	5,0	1,8	0,6	3,0	1,3	35,2
Pa 10	38,8	9,0	0,7	0,7	8,3	6,8	29,8
Pa 11	38,4	4,0	1,3	1,3	1,8	1,6	35,3
Pa 12	40,0	7,5	1,5	0,7	4,5	3,7	34,0
Pa 13	37,8	6,0	0,3	0,3	4,5	3,3	33,0
Pa 14	37,9	9,0	1,5	0,7	7,5	7,5	28,9
Pa 16	38,0	4,5	1,5	0,7	2,5	2,5	34,0
Keskmine*	39,0	6,6	1,2	0,6	4,9	3,3	33,0

*Surfer10 arvutiprogrammi abil määratud keskmised on täpsemad, programm arvutab tihedusega 1 x 1 m

Kamali V uuringuruumis piiritletud täiteliiva aktiivse tarbevaru (plokk 15) maht on **359 tuh.m³** (lisa 8.1.), lasundi keskmine paksus 5 m. Sellest varust asub **290 tuh.m³** uuringuruumis mõõdetud veetasemest madalamal (lisa 8.2.), lasundi keskmine paksus 4 m.

Kamali V uuringuruumis piiritletud täiteliiva ploki **katendi** maht on **91 tuh.m³** (lisa 8.3.), sellest on keskmiselt 0,6 m paksuse **mullakihi maht 43 tuh.m³** (0,6 m x 72300 m²) ja moreenilasundi **maht 48 tuh.m³**.

6. KAEVANDAMISE MÄETEHNILISED TINGIMUSED

Mäetehnilised tingimused Kamali V uuringuruumis asuva täiteliiva kaevandamiseks ei ole väga keerulised. Kaevandamise teeb kulukamaks veealuse lasundi suur, ca 80%-ne osakaal. Kattekihi paksus on valdavas osas väike ja maavarale on hea juurdepääs. Kamali V uuringuruumist lääne pool kulgeb riigi kõrvalmaantee Kanaküla-Kamali (tee nr 19307), kuhu saab rajada karjäärist materjali väljaveo tee.

Keskkonnakaitselisi, geoloogilisi ja mäetehnilisi tingimusi arvestades tuleb karjääri avamisel esmalt koorida kattekiht (muld ja moreen) ning vallitada see karjääri mäeeraldise teenindusmaal kuni 3 m kõrgustesse aunadesse. Muld tuleb vallitada eraldi ja säilitamiseks mulla bioloogilist aktiivsust ei tohi aunasid tihendada. Kasvukihti saab kasutada karjääri hilisemal bioloogilisel korrastamisel.

Maavara kaevandatakse pöördkoppekskavaatoriga ja kopplaaduriga mitme kaeveastanguga. Algul kaevandatakse veepealne varu ja siis veealune varu.

Karjääri alale saab pärast veealuse varu väljamist kujundada nõuetekohase sügavusega veekogu.

Maapõueseaduse (RT I, 10.11.2016, 1) §81 lähtuvalt tuleb maa-ala korrastamiseks koostada keskkonnaministri poolt kinnitatavatele nõuetele vastav projekt. Nõusoleku korrastamisprojekti rakendamiseks annab Keskkonnaamet.

7. KESKKONNAMÕJU HINDAMINE

Geoloogilise uuringu tegemisel järgiti kõiki keskkonnakaitse ja ohutustehnika nõudeid. Tööde teostamiseks kasutatud ekskavaator ja puuragregaat on läbinud perioodilise tehnilise ülevaatus. Töös ei kasutatud keskkonda reostavaid materjale. Ekskavaator ja puuragregaat tekitavad ca 60 dBA tugevust müra. Müra tasemelt on see võrreldav keskmiste tänapäevaste metsa- ja põllumajandusmasinatega. Töid tehti päevasel ajal. Uuringu tagajärjel ei halvenenud ümbruskonna keskkonnatingimused.

Geoloogilise uuringu käigus rajatud kuusteist uuringupunkti (kaevandit, puurauku ja kaevand-puurauku) likvideeriti kohe pärast proovide võtmist, geoloogilise läbilõike kirjeldamist ja veetasemete mõõtmist pinnasega täitmise teel. Kaevandite ja puuraukude likvideerimise kohta koostati akt (lisa 10), korrastamise on heakskiitnud Keskkonnaamet (lisa 11).

Kaevandite ja puuraukude likvideerimine ning uuritud maa korrastamine toimus vastavalt keskkonnaministri määrusele vastu võetud 07.04.2017 nr 12 „Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded ning maa korrastamise akti sisu ja vorm“.

Kamali V uuringuruumi teenindusala piires ja vahetus läheduses ei asu Natura 2000 linnu-ega loodusalasid, looduskaitsealasid, kaitstavaid looduse üksikobjekte ning kultuurimälestisi.

Keskkonnakaitse ja ohutustehnika nõuetest kinni pidamise korral ei kahjusta mäetööde tegemine oluliselt piirkonna ökoloogilisi tingimusi.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli aktsiaselts Roger Puit tellimusel välja selgitada Kamali V uuringuruumis lasuva materjali kvaliteet, varu suurus ja kaevandamise tingimused.

Selleks vaadati üle piirkonnas varem tehtud geoloogiliste uuringute andmed, rajati 16 kuni 9,5 m sügavust puurauku ja kaevandit, millest võetud proovidest tehti lõimiseanalüüs koos savi- ja tolmuosakeste sisalduse määramisega ning määrati liiva filtratsioonimoodul. Proovidest välja sõelatud jänepurrust valmistatud killustikul määrati kulumiskindlus Los Angelese katsel.

Väli- ja laboriandmete põhjal piiritleti 7,23 ha suurusel uuringualal keskmiselt 5 m paksune liivalasund.

Uuritud liivalasund koosneb kihilisest peene- kuni jämedateralisest (0,1...2,0 mm), väheseid kruusateri ja keskmiselt 6,8% savi- ja tolmuosakesi sisaldavast liivast, mis kvalifitseerub täiteliivaks. Liiva filtratsioonimoodul on 3 koondproovi määrange põhjal 0,1...0,3 m/ööp. Uuringuruumi lõunaosas kaevanditega K 1 ja K 4 avatud kruusaläätsest võetud proovides oli 10/14 fraktsiooni purunemiskindlus (LA) 38...43, mis ei vasta ehituskruusa nõuetele (35).

Uuringu tulemusena esitatakse 7,23 ha-l täiteliiva aktiivse tarbevaruna kinnitamiseks **359 tuh m³** (plokk 15), millest **290 tuh m³** asub uuringuaegsest veetasemest madalamal.

Varu katendiks on keskmiselt 0,6 m paksune mullakiht (**43 tuh m³**) ja selle all kuni 1,2 m, moreenilasund (**48 tuh m³**). Varu lamamiks pruunikashall liivsavi-saviliivmoreen. Keskkonna- ja mäetehnilised tingimused ei ole keerulised. Kaevandamise teeb kulukamaks veealuse lasundi suur, ca 80%-ne osakaal. Veealuse liivalasundi keskmine paksus 4,0 m, veetaset pole võimalik isevoolselt alandada.

KASUTATUD MATERJALID

Maapõueseadus, vastu võetud 27.10.2016. RT I, 10.11.2016, 1.

Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks. Vastu võetud keskkonnaministri 17.12.2018 määrusega nr 52. RT I, 19.12.2018, 28.

Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded ning maa korrastamise akti sisu ja vorm. Vastu võetud keskkonnaministri 07.04.2017 määrusega nr 12. RT I, 08.04.2017, 5.

Sinialu, R., 2002. Kamali liiva ja kruusa leiukoha geoloogiline uuring Pärnumaal (varu seisuga 01.01.2002). OÜ Eesti Geoloogiakeskus. EGF 7355.

Rammo, M., 2011. Kamali liivakarjääri maa-ainese arvelevõtmine täiteliiva aktiivse tarbevaruna (varu seisuga 30.04.2011). OÜ Eesti Geoloogiakeskus. EGF 8309.