

**NOGOPALU XII UURINGURUUMI  
LIIVA VARU  
GEOLOOGILINE UURING**  
(varu seisuga 01.03.2023)

Töö nr 23-656  
vastutav täitja

Ain Põldvere  
/allkirjastatud digitaalselt/  
diplomeeritud geoloogiainsener

Tartu 2023

## Annotatsioon

Ain Põldvere, Anne Rooma, Elar Põldvere “**Nogopalu XII uuringuruumi liiva varu geoloogiline uuring**” (varu seisuga 01.03.2023). Maavarauuringud OÜ, Tartu, 2023. 1 köide, 22 lk teksti, 3 tabelit, 11 tekstilisa, 2 graafilist lisa (EGF, Maa-amet, Mäekundi talu OÜ).

Nogopalu XII uuringuruum (pindala 2,49 ha) asub Võru maakonnas Võru linnast ligikaudu 7 km edela pool Rõuge vallas Taudsa külas eraomandisse kuuluval Kruusaääre (katastritunnus 69701:005:0063) maaüksusel. Geoloogilise uuringu eesmärgiks oli uuringuloa nr L.MU/515042 valdaja, Mäekundi talu OÜ tellimisel välja selgitada uuringuruumis asuva maavara (liiva, kruusa) kvaliteet, varu suurus ja kaevandamise mäetehnilised tingimused.

Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala jääb osaliselt (pindalal 2,05 ha) Püssapalu kruusamaardla (maardla registrikaart nr 661) ehituskruusa aktiivse reservvaru plokk 2 aR ja ehitusliiva aktiivse reservvaru plokk 3 aR alale ning uuringuruumi äärmine põhja- ja loodeosa (pindala 0,44 ha) ehitusliiva passiivse reservvaru plokk 5 pR alale.

Maastikuliselt paikneb Nogopalu XII uuringuruum Haanja kõrgustikul. Uuringuruumi kasuliku kihi moodustab liustikujõeline liiv, eriteraline, kruusa ja veeristega, paiguti on liiv valdavalt peeneteraline ja savine.

**Ehitusliivaks (plokk 46 aT)** kvalifitseerivas materjalis on savi- ning tolmuosakeste (alla 0,063 mm osakeste) sisaldus vahemikus 1,4...5,5%, kaalutud keskmiselt 2,9%. Osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on liivas 0,0...41,0%, kaalutud keskmisena 21,3%. **Täiteliivaks (plokk 47 aT)** kvalifitseerivas materjalis on savi- ning tolmuosakeste (alla 0,063 mm osakeste) sisaldus vahemikus 5,1...12,6%, kaalutud keskmiselt 8,6%. Osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm on liivas 0,0...12,0%, kaalutud keskmisena 0,8%.

Nogopalu XII uuringuruumi piires 2,49 hektaril välja eraldatud ehitusliiva 46. ploki aktiivne tarbevaru on **52 tuh m<sup>3</sup>** (kasuliku kihi keskmine paksus 2,1 m) ja täiteliiva 47. ploki aktiivne tarbevaru on **240 tuh m<sup>3</sup>** (kasuliku kihi keskmine paksus 9,6 m). Katendi (mulla) maht 46. plokil (keskmine paksus 0,3 m) on **7 tuh m<sup>3</sup>**. Kogu varu asub põhjaveetasemest kõrgemal. Looduslikul kujul saab liiva kasutada täitematerjalina. Pärast jämeperdse materjali väljasõelumist saab liiva kasutada valikuliselt ehitussegudes. Purustatud kruus sobib kruusateede katete ehituseks ja remondiks.

Pärast käesolevat geoloogilist uuringut on ehituskruusa plokk 2 aktiivne reservvaru **1 674 tuh m<sup>3</sup>** ja pindala **28,86 ha**; ehitusliiva plokk 3 aktiivne reservvaru **4 113 tuh m<sup>3</sup>** ja pindala **56,18 ha** ning ehitusliiva plokk 5 passiivne reservvaru **4 331 tuh m<sup>3</sup>** ja pindala **40,86 ha**.

Mäetehnilised tingimused Nogopalu XII uuringuruumis asuva liiva kaevandamiseks ei ole keerulised. Kattekihi (mulla) keskmine paksus on 0,3 m ja kogu varu asub põhjaveetasemest kõrgemal. Maavarale on hea juurdepääs, uuringuruumist põhja pool asub riigi kõrvalmaantee Rõuge-Verijärve (tee nr 25131). Kaevandamisjärgselt saab mäeeraldise ala korrastada looduslikuks rohumaaks.

Märksõnad: Võru maakond, Rõuge vald, Püssapalu kruusamaardla, Nogopalu XII uuringuruum, ehitusliiv, täiteliiv, aktiivne tarbevaru.

## SISUKORD

Sissejuhatus .....	4
1. Piirkonna üldiseloomustus, geoloogiline uuritus .....	5
2. Uuringuruumi geoloogiline ehitus ja hüdrogeoloogilised tingimused .....	8
3. Tööde metoodika ja mahud .....	10
4. Materjali kvalitatiivne iseloomustus .....	13
5. Varu arvutus .....	15
6. Kaevandamise mäetehnilised tingimused .....	18
7. Keskkonnamõju hindamine .....	19
Kokkuvõte .....	20
Kasutatud materjalid .....	22

### Tekstilised

1. Geoloogilise uuringu luba nr L.MU/515042
2. Uuringupunktide kataloog
3. Uuringupunktide kirjeldused
4. Kaevandite ja puuraukude likvideerimise akt
5. Keskkonnaameti korraldus 07.03.2023 nr DM-124010-1 Nogopalu XII uuringuruumi uuritud maa korrastamise akti heakskiitmine
6. AS TREV-2 Grupp labori katseprotokolli nr 2023/56 koopia (*purunemiskindluse ja terastikulise koostise määramine*)
7. Lõimiseanalüüside tulemused proovides ja kaalutud keskmisena tarbevaru 46. plokis
8. Lõimiseanalüüside tulemused proovides ja kaalutud keskmisena tarbevaru 47. plokis
9. Nogopalu XII uuringuruumi ploki 46 aT, ploki 47 aT varu ja katendi maht (arvuti-programm Surfer 8)
10. Topomõõdistuse seletuskiri
11. Tellija arvamus

### Maa-ameti peadirektori korraldus

#### Graafilised lisad

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

#### Elektroonilised 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

Osaiühingule Mäekundi talu on Keskkonnaameti korraldusega 14.11.2022 nr DM-118168-7 välja antud geoloogilise uuringu luba nr L.MU/515042 (lisa 1), mille alusel tegi Nogopalu XII uuringuruumis (pindala 2,49 ha) geoloogilise uuringu Maavarauuringud OÜ.

Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala asub Võru maakonnas Rõuge vallas Taudsa külas eraomandisse kuuluval Kruusaääre (katastritunnus 69701:005:0063) maaüksusel.

Geoloogilise uuringu eesmärgiks oli tarbevaru tasemel välja selgitada Nogopalu XII uuringuruumis asuva maavara (liiv, kruus) kvaliteet, varu suurus ja kaevandamise mäetehnilised tingimused, et hiljem taotleda sellele alale maavara kaevandamisluba.

Välitööde käigus kaevati kaevandid ja puuriti puuraugud ning võeti proovid materjali terastikulise koostise (lõimise) 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 Ain Põldvere, Rein Grünberg, Ranek Rohtla ja Anne Rooma. Tööde tulemused esitatakse käesolevas aruandes, mille koostasid Ain Põldvere, Anne Rooma ja Elar Põldvere (keskkonnatehnoloogia PhD, Alkranel OÜ).

Geoloogiliste uuringutööde läbiviimisel juhinduti keskkonnaministri 17.12.2018 vastu võetud määrusest nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöo 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

Nogopalu XII uuringuruum (pindala 2,49 ha) asub Võrumaal Võru linnast ligikaudu 7 km edela pool Rõuge vallas Taudsa külas eraomandisse kuuluval Kruusaääre (katastritunnus 69701:005:0063, pindala 2,95 ha, maa sihtotstarve on 100% maatulundusmaa) maaüksuse haritavaal maal.

Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala keskpunkti geograafilised koordinaadid on 57°44'55" pl ja 26°58'12" ip (Eesti baaskaardi mõõtkava 1:50 000 leht nr 5422).

Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala jääb osaliselt (pindalal 2,05 ha) Püssapalu kruusamaardla (maardla registrikaart nr 661) ehituskruusa aktiivse reservvaru plokk 2 aR (ploki pindala 30,91 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 5,8 m) ja ehitusliiva aktiivse reservvaru plokk 3 aR (ploki pindala 58,23 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 7,27 m) alale ning uuringuruumi äärmine põhja- ja loodeosa (pindala 0,44 ha) ehitusliiva passiivse reservvaru plokk 5 pR (ploki pindala 41,3 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 10,6 m) alale. Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala piirneb kirde, loode ja lääne poolt ehituskruusa aktiivse reservvaru plokiga 2 aR ja ehitusliiva aktiivse reservvaru plokiga 3 aR ning uuringuruumist põhja ja loode pool jätkub ehitusliiva passiivse reservvaru plokk 5 pR. Uuringuruumi teenindusala piirneb lõuna ja ida poolt Verston OÜ Nogopalu kruusakarjääriga.

Nogopalu XII uuringuruumi teenindusalast põhja ja loode pool jätkub Kruusaääre (katastritunnus 69701:005:0063) maaüksuse haritav maa. Lääne poole jääb Ojaveere (katastritunnus 69701:005:1152) ja kirde poole Mäe (katastritunnus 69701:005:1504) maaüksuste haritav maa ning ida ja lõuna poole Nogopalu kruusakarjääri mäetööstusmaa.

Nogopalu XII uuringuruumi teenindusalast ligikaudu 30 m kaugusele põhja poole jääb riigi kõrvalmaantee Rõuge-Verijärve (tee nr 25131), mille kaitsevööndisse teenindusala ei ulatu (graafiline lisa 1).

Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala lähiümbruses elamud puuduvad. Lähimad elamud jäävad uuringuruumi teenindusalast ligikaudu 0,3 km kaugusele kirde poole Orusoo (katastritunnus 69801:001:0402) ja Piiri (katastritunnus 69701:005:0069) kinnistutele.

Lähimaks vooluveekoguks on uuringuruumi teenindusalast ligikaudu 0,5 km kaugusel põhja pool voolav Sandisuu oja (VEE1004102), kus veetase jääb ligikaudu 150 m abs kõrguse tasemele.

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

Maastikuliselt paikneb Nogopalu XII uuringuruum Haanja kõrgustiku loodeosas, kus pinnakattesetetesesse kulutatud kirde-edelasuunaline lai org on viimase jääaja hilisglatsiaalses staadiumis täitunud liustikujõe (glatsiofluviaalsete) setetega ja kujutab endast mattunud Rõuge ürgoru idapoolset haru. Uuringuruumi aluspõhja moodustab Ülem-Devoni ladestiku Amata kihistu (D<sub>3am</sub>) liivakivi, aleuriit ja savi.

Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala piirneb lõuna ja ida poolt Verston OÜ Nogopalu kruusakarjääriga (maavara kaevandamise luba L.MK/327844, kehtivusaeg 12.07.2016-11.07.2031), kus kaevandatakse ehituskruusa ja ehitusliiva (graafiline lisa 1). Nogopalu kruusakarjääri mäeeraldise pindala on 24,72 ha ja mäeeraldise teenindusmaa pindala on 36,51 ha ning karjääri jääkvaru on seisuga 31.12.2022: plokk 1 – 216,656 tuh m<sup>3</sup> ehituskruusa, plokk 34 – 215 tuh m<sup>3</sup> ehituskruusa ja plokk 35 – 321 tuh m<sup>3</sup> ehitusliiva.

Nogopalu XII uuringuruumi piiresse jäävate plokkide 2 aR, 3aR ja 5 pR varu on arvele võetud 1987. a tehtud Ida-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde käigus (EGF 4286). Teenindusalale lähima, Nogopalu kruusakarjääri piires on geoloogilisi uuringuid tehtud 1976. aastal (EGF 3394), 1979. aastal (EGF 3582), 1987. aastal (EGF 4286), 1994. aastal (EGF 4788) ja 2014. aastal (EGF 8621). Neist viimases hinnati Nogopalu kruusakarjääri mäeeraldise jääkvaru kogust ning materjali tegelikku levikut ja kvaliteeti. Lasundi ülemise osa moodustab veeriseline kruus (ehituskruus), mis plokina 34 aT on säilinud Nogopalu karjääri nõlvas ka vastu Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala. Ehituskruusa all levib kruusakas liiv (ehitusliiv), mis plokis 35 aT ulatub samuti Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala piirini. 2014. a uuringu põhjal on ehituskruusa plokis 34 aT kruusafraktsiooni (>5 mm) keskmine sisaldus 39,8%, savi- ja tolmuosakeste (<0,005 mm) keskmine sisaldus 2,9%. Väljasõelutud liiva keskmine peensusmoodul on 2,3 (keskmiseteraline liiv). Ehituskruusa lamamis, ehitusliiva plokis 35 aT on kruusafraktsiooni (>5 mm) keskmine sisaldus 4,2%, savi- ja tolmuosakeste

(<0,005 mm) keskmine sisaldus 5,8%. Väljasõelatud liiva keskmine peensusmoodul on 1,6 (peeneteraline liiv).

## 2. UURINGURUUMI GEOLOOGILINE EHITUS JA HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala asub Haanja kõrgustiku loodeosas, kus pinnakattesetetes kulutatud kirde-edelasuunaline lai org on viimase jääaja hilisglatsiaalses staadiumis täitunud liustikujõe (glatsiofluviaalsete) setetega ja kujutab endast mattunud Rõuge ürgoru idapoolset haru. Uuringuruumi aluspõhja moodustab Ülem-Devoni ladestiku Amata kihistu (D<sub>3am</sub>) liivakivi, aleuriit ja savi.

Nogopalu XII uuringuruumi üldistatud geoloogiline läbilõige on esitatud tabelis 1.

Nogopalu XII uuringuruumi üldistatud geoloogiline läbilõige Tabel 1

Kihi nimetus	Kihi paksus, m		Geoloogiline indeks	Kasulik kiht (+)
	Min	Max		
Kasvukiht (muld)	0,3	0,3	Q <sub>2_s</sub>	
Kruus, veeriste ja eriteralise liivaga, paiguti üksikute munakatega	1,0	2,5	Q <sub>1jrVr_fg</sub>	+
Liiv, eriteraline, kruusa ja veeristega, paiguti valdavalt peeneteraline ja savine	9,2	10,7	Q <sub>1jrVr_fg</sub>	+

Kattekihi moodustab kasvukiht (muld) paksusega 0,3 m. Kasuliku kihi moodustab liustikujõeline (Q<sub>1jrVr\_fg</sub>) liiv, eriteraline, kruusa ja veeristega, paiguti valdavalt peeneteraline ja savine (foto 1 ja foto 2). Ehitusliiva (plokk 46 aT) kasuliku kihi keskmine paksus on 2,1 m ja täiteliiva (plokk 47 aT) kasuliku kihi keskmine paksus on 9,6 m. Kogu varu asub põhjaveetasemest kõrgemal. Kasuliku kihi lamamini ei jõutud, liivalasund jätkus uuringu sügavusest (12 m) sügavamal.

Plokk 46 (ehitusliiv) savi- ja tolmu (osakeste alla 0,063 mm) kaalutud keskmine sisaldus on 2,9%. Jämeperdse materjali (osakeste läbimõõduga üle 31,5 mm) kaalutud keskmine sisaldus on 21,3%.

Plokk 47 (täiteliiv) savi- ja tolmu (osakeste alla 0,063 mm) kaalutud keskmine sisaldus on 8,6%. Jämeperdse materjali (osakeste läbimõõduga üle 31,5 mm) kaalutud keskmine sisaldus on 0,8%.

Lähimaks vooluveekoguks on uuringuruumi teenindusalast ligikaudu 0,5 km kaugusel põhja pool voolav Sandisuu oja (VEE1004102), kus veetase jääb ligikaudu 150 m abs kõrguse tasemele.





Foto 1. Nogopalu XII uuringuruumi teenindusalal esinev materjal (kaevand nr 3).

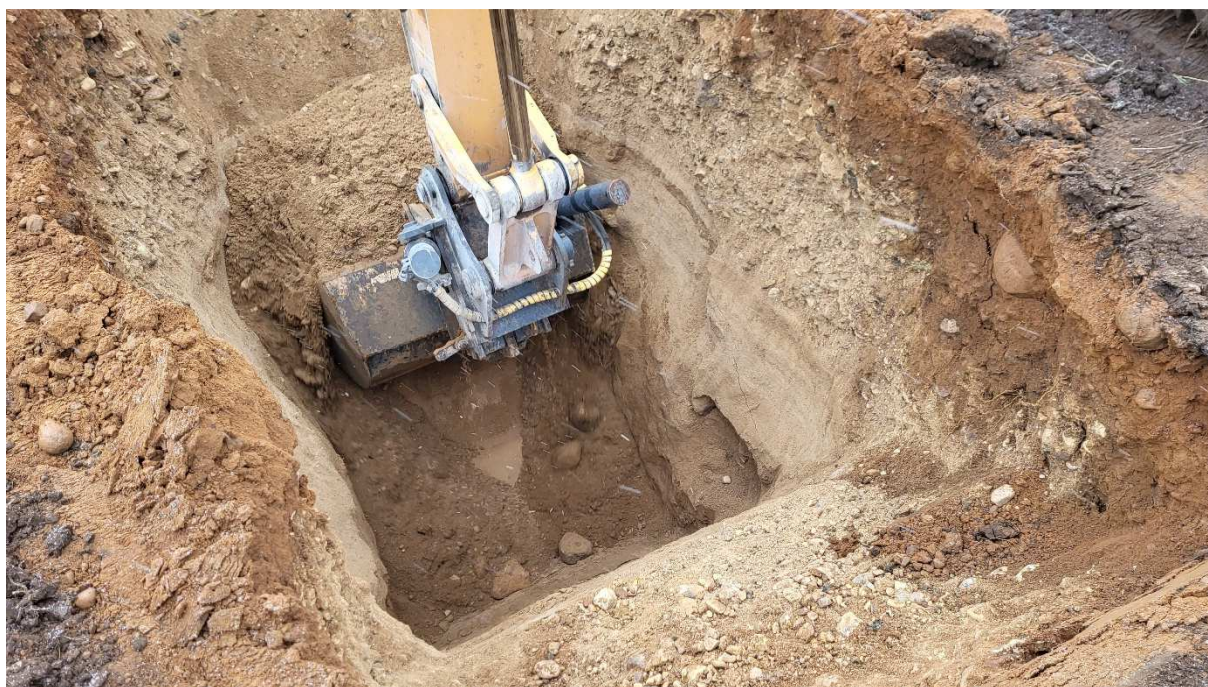


Foto 2. Nogopalu XII uuringuruumi teenindusalal esinev materjal (kaevand nr 8).

### 3. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD

Geoloogilise uuringu käigus rajati Nogopalu XII uuringuruumi teenindusalale kaheksa uuringupunkti (kaevand-puurauku) kogumetraažiga 96 m, sügavusega 12,0 m. Uuringupunktide vahekaugused jäid vahemikku 55...110 m. Esmalt kaevati ekskavaatoriga kaheksa kaevandit ja siis puuriti varasemalt tagasitäidetud kaevandite asukohtadesse puuraugud. Kaevanditest ja puuraukudest võeti kasulikust kihist 32 proovi (lisad 2, 3 ja graafiline lisa 2).

Kaevandid kaevati roomikekskavaatoriga CASE CX210B. Puuraugud puuriti tigupuurimise meetodil (puuragregaat 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, mis on heakskiidetud Keskkonnaameti korraldusega 07.03.2023 nr DM-124010-1 (lisa 4 ja 5).

Kaevanditest võeti proovid massproovi võtmise meetodil lasundi kogu avatud paksusest. Peale kattekihi eemaldamist suruti ekskavaatori kopp (maht 1,0 m<sup>3</sup>) ühe meetri sügavusele ja sellest intervallist üks kopatäis prooviti. Nii prooviti ka järgmisest meetrist üks kopatäis. Proovitõstete materjalist võeti punktmeetodil viiest punktist osaproov nii, et ühe meetri intervallist võetud osaproov oleks massiga mitte alla 20 kg. Ühtlase materjali puhul ühendati osaproovid koondprooviks, mis kvarteerimise meetodil vähendati vajaliku kaaluni (35–45 kg). Samuti prooviti puuraukude kasulik kiht. Proove ei võetud puuraukude nendest intervallidest, mis kordasid kaevanditega läbitud kasulikku kihti. Ühtlase materjali puhul osaproovid ühendati koondprooviks. Kolmekümne kahe proovi kogumetraaž on 93,6 m.

Kasulik kiht (liiv ja kruus) prooviti materjali terastikulise koostise ja purunemiskindluse määramiseks. Kaevand-puuraukudest võeti proovid kasuliku kihi kogu paksusest. Võetud 32 proovi viidi terastikulise koostise (lõimise) ja purunemiskindluse määramiseks AS TREV-2 Grupp laborisse. Terastikulise koostise (lõimise) määramisel (EVS-EN 933-1, sõelumis-meetod – 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 lisas 7 ja 8.

Lisaks lõimisele määrati jäme purdsest materjalist valmistatud killustiku purunemiskindlus Los Angelese katsel (fraktsioon 10...14 mm; EVS-EN 1097-2). Purunemiskindlus määrati kahest koondproovist: (1. proov: Ka-Pa 1 (0,3...5,5 m), Ka-Pa 6 (0,3...4,8 m) ja Ka-Pa 7 (0,3...5,0 m); 2. proov: Ka-Pa 2 (0,3...4,5 m), Ka-Pa 4 (0,3...5,0 m) ja Ka-Pa 5 (0,3...5,0 m)). AS TREV-2 Grupp laboratooriumi katsetuste protokollid on esitatud 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 arvatud EH2000 süsteemis. Plaani (mõõtkava 1:1 000) koostamisel on kasutatud programmi MapInfo. Täpsemad andmed tööde metoodika kohta on esitatud topomõõdistuse seletuskirjas (lisa 10).

Uuringuruumis esineva materjali kvalifitseerimisel (maavara ja kasutusala 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 kasutusala maavara, ei pea kasutusala kaupa eraldi maavara plokkide moodustama, kui teise kasutusala maavara on alla 30% moodustatava maavara ploki kogumahust ja alla saja tuhande kuupmeetri.*

Nogopalu XII uuringuruumis lasuva maavara kvaliteedi hindamisel ja varu arvutamisel lähtuti käesoleva uuringu käigus rajatud puuraukude andmetest ning laboratoorsete uuringute tulemustest. Varu maht arvutati arvutiprogrammiga Surfer.

Lähtuvalt määruses sätestatust oli uuringuruumis uuritud maavara võimalik piiritleda pindalal 2,49 ha ehitusliiva aktiivse tarbevaruna (plokk 46 aT) ja täiteliiva aktiivse tarbevaruna (plokk 47 aT). Plokk 47 asub plokk 46 aT lamamis. Varu mahu arvutuse käiku on 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	
Jäme- purd	Rahnud	Suured	üle 1000
		Keskised	500 ... 1000
		Väikesed	200 ... 500
	Munakad		100 ... 200
	Veerised	Suured	50 ... 100
		Väikesed	20 ... 50
	Kruusaterad	Suured	10 ... 20
		Väikesed	2 ... 10
	Peen- purd	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
Saeosakesed		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<sub>2</sub> sisaldus ei tohi olla alla 95%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sisaldus ei tohi olla üle 4% ega Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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.*

Maavara kvaliteedi hindamisel selgus, et Nogopalu XII uuringuruumi kasulik kiht kvalifitseerub ehitusliivakas (plokk 46 aT) ja täiteliivaks (plokk 47 aT). Keskkonnaministri 17.12.2018. a määruse nr 52 kohaselt ei kvalifitseeru plokk 47 materjal lubatust suurema savi- ja tolmuosakeste sisalduse tõttu ehitusliivaks ja tuleb täiteliivana arvele võtta. Ehitusliiv ei tohi sisaldada osakesi läbimõõduga alla 0,063 mm üle 5%.

Uuringuruumis piiritletud **plokk 46** sisaldab laboriandmetel (lisa 7) **savi- ja tolmuosakesi** (<0,063 mm) vahemikus **1,4...5,5%** (kaalutud keskmisena **2,9%**). **Liivafraktsiooni** (0,063...2,0 mm) osakaal on **28,2...76,4%** (kaalutud keskmisena **46,6%**). **Kruusafraaktsiooni** (2,0...20 mm) osakaal on **15,0...33,0%** (kaalutud keskmisena **22,4%**). Läbimõõduga **üle 20 mm** osakeste sisaldus on **2,0...49,0%** (kaalutud keskmisena **28,1%**). Läbimõõduga **üle 31,5 mm** osakeste sisaldus proovides on **0,0...41,0%** (kaalutud keskmisena **21,3%**).

Lisaks lõimisele määrati kahes koondproovis jäme purdsest materjalist valmistatud killustiku (fraktsioon 10...14 mm) purunemiskindlus Los Angelese (LA) katsel. Purunemiskindlus oli 38 ja 39 (lisa 6). Ehituskruusa purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel 35 või väiksem.

Uuringuruumis piiritletud **plokk 47** sisaldab laboriandmetel (lisa 8) **savi- ja tolmuosakesi** (<0,063 mm) vahemikus **5,1...12,6%** (kaalutud keskmisena **8,6%**). **Liivafraktsiooni** (0,063...2,0 mm) osakaal on **71,4...92,2%** (kaalutud keskmisena **84,2%**). **Kruusafraaktsiooni** (2,0...20 mm) osakaal on **2,0...16,0%** (kaalutud keskmisena **5,9%**). Lähimõõduga **üle 20 mm** osakeste sisaldus on **0,0...12,0%** (kaalutud keskmisena **1,3%**). Lähimõõduga **üle 31,5 mm** osakeste sisaldus proovides on **0,0...12,0%** (kaalutud keskmisena **0,8%**).

Looduslikul kujul saab liiva ja kruusa kasutada täitematerjalina. Pärast jämeperdse materjali väljasõelumist saab liiva kasutada valikuliselt ehitussegudes. Purustatud kruus sobib kruusateede katete ehituseks ja remondiks.

## 5. VARU ARVUTUS

Nogopalu XII uuringuruumi teenindusala (pindala 2,49 ha) piires on piiritletud Püssapalu kruusamaardla (maardla registrikaart nr 661) ehitusliiva aktiivne tarbevaru (plokk 46 aT) ja täiteliiva aktiivne tarbevaru (plokk 47 aT).

Ehitusliiva aktiivne tarbevaru (plokk 46 aT) ja täiteliiva aktiivne tarbevaru (plokk 47 aT) arvutatakse Kruusaääre (katastritunnus 69701:005:0063) maaüksuse piires 2,49 ha suurusel alal. Plokk 47 aT asub plokk 46 aT lamamis ja plokid on piiritletud viie nurgapunktiga. Plokkide nurgapunktide koordinaadid on esitatud graafilisel lisal 1. Varu arvutuse aluseks on topoplaan mõõtkavas 1:1 000 (graafiline lisa 1) ja käesoleva geoloogilise uuringu välitööde ning laboratoorsete määrangute andmed. Keskkonnaalased piirangud puuduvad.

Katendi (mulla) maht arvutati arvutiprogrammiga Surfer 8 varuploki nurgapunktidega piiritletud alal kahe pinna (maapinna ja katendi lamami) vahelises ruumis (lisa 9). Varu maht arvutati arvutiprogrammiga Surfer 8 varuploki nurgapunktidega piiritletud alal kahe pinna (katendi lamami ja plokk 46 aT varu lamami) ja (plokk 46 aT varu lamami ja plokk 47 aT varu lamami) vahelises ruumis (lisa 9). Kogu varu asub põhjaveetasemest kõrgemal. Varu arvutuse aluseks olnud uuringupunktide andmestik on esitatud lisas 2 ja 3 ning tabelis 3 (joonis 1).

Nogopalu XII uuringuruumis välja eraldatud **ehitusliiva aktiivse tarbevaru 46. ploki** (pindala 2,49 ha) **maht on 52 tuh m<sup>3</sup>** (lisa 9). Arvutiprogrammiga Surfer 8 arvutatud varu mahu põhjal on 46. ploki ehitusliiva kihi keskmine paksus 2,1 m.

**Katendi (mulla) maht 46. plokil** (keskmine paksus 0,3 m) **on 7 tuh m<sup>3</sup>** (lisa 9).

Nogopalu XII uuringuruumis välja eraldatud **täiteliiva aktiivse tarbevaru 47. ploki** (pindala 2,49 ha) **maht on 240 tuh m<sup>3</sup>** (lisa 9). Arvutiprogrammiga Surfer 8 arvutatud varu mahu põhjal on 47. ploki täiteliiva kihi keskmine paksus 9,6 m.

Kinnitamisele esitatavad varuplokid 46 aT ja 47 aT jäävad osaliselt (pindalal 2,05 ha) Püssapalu kruusamaardla ehituskruusa aktiivse reservvaru plokk 2 aR (ploki pindala 30,91 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 5,8 m) ja ehitusliiva aktiivse reservvaru plokk 3 aR (ploki pindala 58,23 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 7,27 m) alale ning plokkide 46 aT ja 47 aT äärmine põhja-

ja loodeosa (pindala 0,44 ha) ehitusliiva passiivse reservvaru plokk 5 pR (ploki pindala 41,3 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 10,6 m) alale (graafiline lisa 1).

Aktiivse tarbevaru ehitusliiva 46. plokk aT ja täiteliiva 47. plokk aT ulatuvad ehituskruusa aktiivse reservvaru 2. plokile 2,05 ha ulatuses. Kasuliku kihi keskmine paksus 46. plokil on 2,1 m ja 47. plokil on 9,6 m (kokku 11,7 m). Ehituskruusa aktiivse reservvaru 2. ploki pindala on 30,91 ha, kasuliku kihi keskmine paksus 5,8 m ja ehituskruusa varu 1 793 tuh m<sup>3</sup>. Käesoleva uuringuga hinnatakse ehituskruusa aktiivsest reservvarust (2. plokist) ümber 119 tuh m<sup>3</sup> (5,8 m x 2,05 ha). Peale aktiivse reservvaru osalist ümberhindamist jääb ehituskruusa ploki 2 aR varu mahuks 1 674 tuh m<sup>3</sup> (1 793-119) ja pindalaks 28,86 ha (30,91-2,05).

Aktiivse tarbevaru täiteliiva 47. plokk aT ulatub ehitusliiva aktiivse reservvaru 3. plokile 2,05 ha ulatuses. Ehitusliiva aktiivse reservvaru 3. ploki pindala on 58,23 ha, kasuliku kihi keskmine paksus 7,27 m ja ehitusliiva varu 4 234 tuh m<sup>3</sup>. Käesoleva uuringuga hinnatakse ehitusliiva aktiivsest reservvarust (3. plokist) ümber 121 tuh m<sup>3</sup> (5,9 m x 2,05 ha). Peale aktiivse reservvaru osalist ümberhindamist jääb ehitusliiva ploki 3 aR varu mahuks 4 113 tuh m<sup>3</sup> (4 234-121) ja pindalaks 56,18 ha (58,23-2,05).

Aktiivse tarbevaru ehitusliiva 46. plokk aT ja täiteliiva 47. plokk aT ulatuvad ehitusliiva passiivse reservvaru 5. plokile 0,44 ha ulatuses. Ehitusliiva passiivse reservvaru 5. ploki pindala on 41,3 ha, kasuliku kihi keskmine paksus 10,6 m ja ehitusliiva varu 4 378 tuh m<sup>3</sup>. Käesoleva uuringuga hinnatakse ehitusliiva passiivsest reservvarust (5. plokist) ümber 47 tuh m<sup>3</sup> (10,6 m x 0,44 ha). Peale passiivse reservvaru osalist ümberhindamist jääb ehitusliiva ploki 5 pR varu mahuks 4 331 tuh m<sup>3</sup> (4 378-47) ja pindalaks 40,86 ha (41,3-0,44).

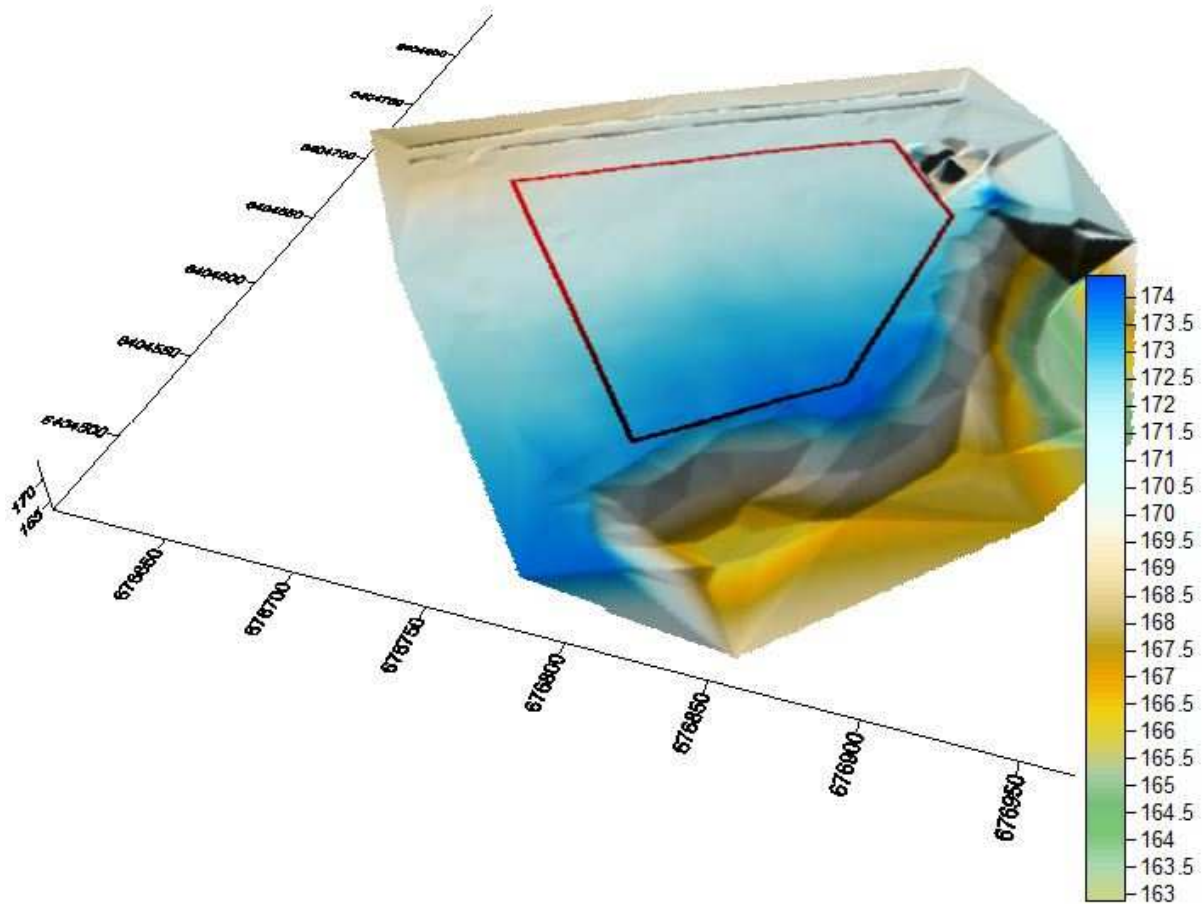
Pärast käesolevat geoloogilist uuringut on ehituskruusa aktiivse reservvaru plokk 2 varu **1 674 tuh m<sup>3</sup>** (pindala **28,86 ha**); ehitusliiva aktiivse reservvaru plokk 3 varu **4 113 tuh m<sup>3</sup>** (pindala **56,18 ha**) ja ehitusliiva passiivse reservvaru plokk 5 varu **4 331 tuh m<sup>3</sup>** (pindala **40,86 ha**).



Maavaravaru kirjeldavate kaevandite ja puuraukude andmestik

Tabel 3

Kaevandi (Ka) ja puuraugu (Pa) nr	Suudme abs kõrgus, m	Ka-Pa sügavus, m	Kattekihi (mulla) paksus, m	Ehitusliiva kihi paksus, m	Täiteliiva kihi paksus, m	Varu lamami abs kõrgus, m
Ka-Pa 1	172,5	12,0	0,3	1,7	10,0	160,5
Ka-Pa 2	173,8	12,0	0,3	4,2	7,5	161,8
Ka-Pa 3	173,7	12,0	0,3	3,9	7,8	161,7
Ka-Pa 4	171,8	12,0	0,3	2,3	9,4	159,8
Ka-Pa 5	172,3	12,0	0,3	1,7	10,0	160,3
Ka-Pa 6	170,0	12,0	0,3	1,0	10,7	158,0
Ka-Pa 7	170,9	12,0	0,3	1,0	10,7	158,9
Ka-Pa 8	171,3	12,0	0,3	1,3	10,4	159,3
<b>Keskmine:</b>			<b>0,3</b>	<b>2,1</b>	<b>9,6</b>	



Joonis 1. Maapinna reljeefimudel Nogopalu XII uuringuruumi teenindusalal (piiritletud punase joonega).

## 6. KAEVANDAMISE MÄETEHNILISED TINGIMUSED

Mäetehnilised tingimused Nogopalu XII uuringuruumis asuva liiva kaevandamiseks ei ole keerulised. Kattekihi paksus on väike (mullakihi keskmine paksus on 0,3 m), kogu varu asub põhjaveetasemest kõrgemal ja maavarale on hea juurdepääs. Nogopalu XII uuringuruumist ligikaudu 30 m kaugusele põhja poole jääb riigi kõrvalmaantee Rõuge-Verijärve (tee nr 25131), kuhu saab rajada karjäärist materjali väljaveotee.

Keskkonnakaitselisi, geoloogilisi ja mäetehnilisi tingimusi arvestades tuleb karjääri avamisel esmalt koorida järk-järgult katend, mis koosneb mullast ja vallitada see karjääri mäeeraldise teenindusmaal kuni 3 m kõrgustesse aunadesse. Säilitamiseks mulla bioloogilist aktiivsust ei tohi aunasid tihendada. Kasvukihti saab kasutada karjääri hilisemal bioloogilisel korrastamisel.

Maavara kaevandatakse pöördkoppekskavaatoriga ja kopplaaduriga mitme kaeveastanguga. Enne kaevetööde alustamist koostatakse kaevandamisprojekt, milles määratakse täpsem kaevandamise tehnoloogia ja vastavalt mäetööde territoriaalse arengukavale määratakse mäetööde ajaline ja ruumiline areng.

Karjääri alal saab pärast varu ammendamist korrastada looduslikuks rohumaaks, st tõsta maapinda kaeveala piires vähemalt 0,7 m põhjaveetasemest kõrgemale. Korrastamisprojekti koostamise käigus määratakse kaevandatud ala korrastamise suunad täpsemalt.

Varu ammendamisel on võimalik uurida Nogopalu XII uuringuruumi ala sügavuti. Geoloogilise uuringu käigus ei läbitud kasulikku kihti lamamini.

## 7. KESKKONNAMÕJU HINDAMINE

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

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 8 kaevand-puurauku likvideeriti kohe pärast proovide võtmist, geoloogilise läbilõike kirjeldamist ja veetasemete mõõtmist pinnasega täitmise teel. Puuraukude likvideerimise kohta koostati akt (lisa 4), korrastamise on heakskiitnud Keskkonnaamet (lisa 5).

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“.

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

## KOKKUVÕTE

Võrumaal Püssapalu kruusamaardla (maardla registrikaart nr 661) Nogopalu XII uuringuruumi teenindusalal tegi Maavarauuringud OÜ uuringuloa nr L.MU/515042 valdaja Mäekundi talu OÜ tellimisel Rõuge vallas Taudsa külas Kruusaääre (katastritunnus 69701:005:0063) maaüksustel geoloogilise uuringu, mille tulemusena piiritleti uuringuruumi teenindusalal pindalal 2,49 ha ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 46 ja täiteliiva aktiivse tarbevaru plokk 47. Plokk 47 aT asub ploki 46 aT lamamis.

Ehitusliiva 46. ploki aktiivse tarbevaru maht on 52 tuh m<sup>3</sup> ja liivakihi keskmine paksus 2,1 m. Täiteliiva 47. ploki aktiivse tarbevaru maht on 240 tuh m<sup>3</sup> ja liivakihi keskmine paksus 9,6 m. Kogu varu asub põhjaveetasemest kõrgemal. Katendi (mulla) maht 46. plokil (keskmine paksus 0,3 m) on 7 tuh m<sup>3</sup>.

Ehitusliiva 46. plokis on kümne lõimiseanalüüsi kaalutud keskmiste põhjal savi- ja tolmu (osakeste läbimõõduga alla 0,063 mm) keskmine sisaldus 2,9%. Jämeperdse materjali (osakeste läbimõõduga üle 31,5 mm) keskmine sisaldus on 21,3%.

Täiteliiva 47. plokis on kahekümne kahe lõimiseanalüüsi kaalutud keskmiste põhjal savi- ja tolmu (osakeste läbimõõduga alla 0,063 mm) keskmine sisaldus 8,6%. Jämeperdse materjali (osakeste läbimõõduga üle 31,5 mm) keskmine sisaldus on 0,8%.

Kinnitamisele esitatavad varuplokid 46 aT ja 47 aT jäävad osaliselt (pindalal 2,05 ha) Püssapalu kruusamaardla ehituskruusa aktiivse reservvaru plokk 2 aR ja ehitusliiva aktiivse reservvaru plokk 3 aR alale ning pindalal 0,44 ha ehitusliiva passiivse reservvaru plokk 5 pR alale.

Pärast käesolevat geoloogilist uuringut on ehituskruusa plokk 2 aktiivne reservvaru 1 674 tuh m<sup>3</sup> ja pindala 28,86 ha; ehitusliiva plokk 3 aktiivne reservvaru 4 113 tuh m<sup>3</sup> ja pindala 56,18 ha ning ehitusliiva plokk 5 passiivne reservvaru 4 331 tuh m<sup>3</sup> ja pindala 40,86 ha.

Mäetehnilised tingimused Nogopalu XII uuringuruumi piiresse jääva ehitus- ja täiteliiva kaevandamiseks on soodsad, katendi (mulla) paksus on ühtlane, keskmine paksus 0,3 m ja kogu varu asub põhjaveetasemest kõrgemal. Materjali väljavedu hakkab toimuma uuringuruumist põhja pool asuvale riigi kõrvalmaanteele Rõuge-Verijärve (tee nr 25131).

MAAVARAUURINGUD OÜ

Kaevandamisjärgselt saab mäeeraldise ala korrastada looduslikuks rohumaaks. Varu ammendamisel on võimalik uurida Nogopalu XII uuringuruumi ala sügavuti. Geoloogilise uuringu käigus ei läbitud kasulikku kihti lamamini.

## **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.

Soa, K., Grünberg, R., Haamer, R., Liiber, U., Rooma, A., 1988. Ida-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. TK Eesti Geoloogia. EGF 4286.

Vahtra, H., 2014. Püssapalu kruusamaardla Nogopalu kruusakarjääri jääkvaru ümberhindamise seletuskiri (varu seisuga 30.09.2014). OÜ Inseneribüroo Steiger. EGF 8621.