

TÖÖ NR 2025-140

Juuli 2025

Tellija: Verston Eesti OÜ

VÕRUMAA, RÕUGE VALD, TSUTSU KÜLA
PÜSSAPALU KRUUSAMAARDLA
UTESSUU II UURINGURUUMI
GEOLOOGILINE UURING
(varu arvutus seisuga 01.06.2025)

Juhataja:	<i>/allkirjastatud digitaalselt/</i>	Erki Kõnd
Geoloog:	<i>/allkirjastatud digitaalselt/</i>	Peeter Lillak
Geoloog:	<i>/allkirjastatud digitaalselt/</i>	Tanel Mäger

ANNOTATSIOON

Peeter Lillak, Tanel Mäger. Püssapalu kruusamaardla Utessuu II uuringuruumi geoloogiline uuring (varu arvutus seisuga 01.06.2025). Kobras OÜ, Tartu 2025.

Aruanne ühes köites. Tekst 17 lk, 13 tekstilisa, 2 graafilist lisa (kahel lehel). EGF, Eesti Geoloogiateenistus, Verston Eesti OÜ.

Utessuu II uuringuruum asub Võrumaal Rõuge vallas Tsutsu külas Jaaksoni (katastriüksuse tunnus 69701:005:0682, maa sihtotstarve maatulundusmaa 100%, pindala on 112 753 m²) kinnistul, Eesti baaskaardi lehel 5422. Utessuu II uuringuruumi teenindusala pindala on 4,04 ha.

Käesoleva töö käigus viidi 2025. aasta aprillis läbi Utessuu II uuringuruumi teenindusala geodeetiline mõõdistamine ja koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1:1000. Geoloogilise uuringu käigus kaevati 2025. aasta aprillis Utessuu II uuringuruumi kuus kaevandit ning võeti 11 proovi kasulikust kihist. Maavaru arvutati Utessuu II uuringuruumis ühe plokina aktiivse tarbevaru kategoorias: plokk 51 (ehitusliiva aktiivne tarbevaru ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 3,86 ha pindalal 287 tuh m³.

Utessuu II uuringuruumi materjal vastab ehitusliiva nõuetele: savi- ja tolmuosakeste (<0,063 mm) kaalutud keskmine sisaldus on 4,7% ning kruusa (>31,5 mm) kaalutud keskmine sisaldus on 25,4%. Plokk 51 materjal on hästi sorteeritud, milles domineerib jämekruusa (20 – 31,5 mm) kuni ülijämekruusa (40 – 63 mm) terasuurusega osis ning vähemal määral kesk- ja jämeliiva terasuurusega osis (0,25 – 1,0 mm). Materjal on väga kruusane (6,4 – 31,7%) ning võrdlemisi väikse peenosise (>0,063 mm) sisaldusega. Uuringuruumi jäme purdmaterjalist saadud killustiku purunemiskindluse Los Angelese tegur on 33 ehk purunemiskindluse kategooria on LA₃₅.

Vastavalt kruusa purunemiskindlusele sobib Utessuu II uuringuruumis leiduvast jäme purdmaterjalist saadav killustik tee aluste alakihtidesse. Jäme purdse materjali purustamisel saadav kruuskillustik on sobilik kasutamiseks teedeehitusel, samuti saab jäme purdsest materjalist toota purustatud kruusa segusid. Kruusa purustamisel tekkivaid sõelmeid saab segada liiva ja killustikuga ning toota kruusateede remondiks vajalikku materjali. Jäme purdmaterjalist välja sõelutud liiv sobib kasutamiseks tsiviilehituses eri ehitussegude koostises ning teedeehituses.

Püssapalu kruusamaardla ehitusliiva aktiivse reservvaru ploki 7 varu on 50 tuh m³, pindala on 0,84 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 5,9 m. Püssapalu kruusamaardla juures kirjeldatud ehitusliiva prognoosvaru ploki 9 varu on 514 tuh m³, pindala on 9,35 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 5,5 m. Käesoleva töö tulemusena vähenes ehitusliiva aktiivse reservvaru ploki 7 pindala 0,45 ha ja varu kogus 26 tuh m³ võrra ning ehitusliiva prognoosvaru ploki 9 pindala 3,10 ha ja varu kogus 170 tuh m³ võrra. Pärast käesolevat uuringut on ploki 7 varu 26 tuh m³ ja pindala 0,40 ha ning ploki 9 varu 344 tuh m³ ja pindala 6,26 ha.

Võttesõnad: Võrumaa, Rõuge vald, Püssapalu kruusamaardla, Utessuu II uuringuruum, ehitusliiv, aktiivne tarbevaru.

Geoloog: Peeter Lillak
/allkirjastatud digitaalselt/

SISUKORD**Tekst**

	Lk
1. SISSEJUHATUS	4
2. ÜLDANDMED UURINGURUUMI KOHTA	4
2.1. Geograafiline asend	4
2.2. Geomorfoloogiline ehitus	5
2.3. Geoloogiline ehitus	5
2.4. Geoloogiline uuritus	6
3. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD	7
4. UURITUD ALA LÜHIISELOOMUSTUS	8
4.1. Materjali kvalitatiivne iseloomustus	8
4.2. Varu arvutus	10
4.3. Hüdrogeoloogilised tingimused	13
4.4. Mäendustingimused	13
5. KESKKONNAMÕJU HINDAMINE	13
5.1. Uuringu keskkonnamõju hinnang	13
5.2. Kaevandamise keskkonnamõju esialgne hinnang	14
6. KOKKUVÕTE	15
7. KASUTATUD KIRJANDUS	16

Tekstilisad

1. Uuringupunktide kataloog. Lisa 1.
2. Uuringupunktide kirjeldused. Lisa 2.
3. Topotööde seletuskiri. Lisa 3.
4. Maavaralasundi ja katendi keskmiste paksuste arvutuse tabel. Lisa 4.
5. Varu arvutuse programmi sisestatud arvnäitajate tabelid. Lisa 5.
6. Utessuu II uuringuruumi loodusliku materjali lõimis. Lisa 6.
7. Laboriproovide katseprotokoll. Lisa 7.
8. Geoloogilise uuringu luba L.MU/523045, 02.04.2025. Lisa 8.
9. Utessuu II uuringuruumi uuritud maa korrastamise akt. Lisa 9.
10. Utessuu II uuringuruumi uuritud maa korrastamise akti heakskiitmine.
Keskonnaameti maapõuebüroo korraldus nr **xxxxx, xx.xx.2025**. Lisa 10.
11. Maaomaniku nõusolek. Lisa 11.
12. Tellija volikiri ja arvamus tehtud töö kohta. Lisa 12.
13. Eesti Geoloogiateenistuse direktori korraldus varu kinnitamise kohta. Lisa 13.

Graafilised lisad

1. Utessuu II uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan, M 1:1000 ning asukohaskeem, M 1:50 000 (Eesti baaskaardi leht 5422). Lisa 1.
2. Geoloogilised läbilõiked I – I' ja II – II', M_{hor} 1:1000, M_{vert} 1:100 ja leppemärgid geoloogilistel läbilõigetel (ühel lehel). Lisa 2.

Elektroonilised lisad

1. Maavara ploki ruumikuju ala-tüüpi ruumiobjektina ning katendi ja lamami samakõrgusjooned joon-tüüpi ruumiobjektina.
2. Graafilised lisad eraldi failidena TIFF-vormingus (2 tk).

1. SISSEJUHATUS

Kobras OÜ viis Verston Eesti OÜ tellimuse alusel ja vastavalt Keskkonnaameti poolt 02.04.2025 välja antud geoloogilise uuringu loale nr L.MU/523045 (tekstilisa 8) läbi Utessuu II uuringuruumi geoloogilise uuringu.

Töö eesmärgiks oli välja selgitada Püssapalu kruusamaardla kirdeservas asuva Utessuu II uuringuruumi materjali aktiivse tarbevaru maht, kvaliteet ja kaevetingimused, et taotleda maavara kaevandamise luba. Utessuu II uuringuruum asub Võrumaal Rõuge vallas Tsutsu külas eraomandisse kuuluval Jaaksoni (katastriüksuse tunnus 69701:005:0682, maa sihtotstarve maatulundusmaa 100%, pindala on 112 753 m²) katastriüksusel. Jaaksoni kinnistu omanik Raigo Piiritalo on andnud nõusoleku geoloogilise uuringu tegemiseks ja aktiivse tarbevaru arvele võtmiseks (tekstilisa 11). Utessuu II uuringuruumi teenindusala pindala on 4,04 ha. Geoloogilise uuringu tegemise ajal asus uuringuruumi keskosas mets ning servaaladel raiesmik ja rohumaa.

Käesoleva aruande koostamise käigus viidi läbi järgmised tööd:

1. Utessuu II uuringuruumi teenindusala geodeetiline mõõdistamine ja topograafilise plaani koostamine mõõtkavas 1:1000 (graafiline lisa 1. Utessuu II uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan).
2. Kaevandite kaevamine.
3. Laboratoorsed tööd.

Aruanne esitatakse maavarade registri vastutavale töötlejale (Eesti Geoloogiateenistusele) läbi vaatamiseks ja varu kinnitamiseks.

2. ÜLDANDMED UURINGURUUMI KOHTA

2.1. Geograafiline asend

Utessuu II uuringuruum asub Võrumaa keskosas Võru linnast ca 8 km kaugusel lõunas Rõuge vallas Tsutsu külas. Utessuu II uuringuruumi keskosa geograafilised koordinaadid on 57°45'33" p.l. ja 27°00'10" i.p. ning uuringuruum paikneb Eesti baaskaardi (mõõtkava 1:50 000) kaardilehel 5422 (graafiline lisa 1. Utessuu II uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan).

Uuringuruum piirneb läänest Karjääri (katastriüksuse tunnus 69701:005:0187, sihtotstarve maatulundusmaa 100%, pindala 125849.0 m²) katastriüksusega, teistes suundades jätkub Jaaksoni katastriüksus.

Utessuu II uuringuruumi teenindusala kattub osaliselt Püssapalu kruusamaardla (registrikaart nr 0661) ehitusliiva aktiivse reservvaru plokiga 7. Lisaks kattub uuringuruumi teenindusala suures osas Püssapalu kruusamaardla juures kirjeldatud ehitusliiva prognoosvaru plokiga 9.

Utessuu II uuringuruumi teenindusala idaserv kattub kohati kuni 12 m ulatuses Ura oja (EELIS kood VEE1004300) kalda piiranguvööndiga, kuna geoloogilise uuringu loa taotlemise ja uuringu tegemise vahelisel ajal on täpsustatud nimetatud veekogu kaitsevööndi piiri.

Uuringuruumi põhjaserv külgneb vahetult Rõuge-Verijärve riigi kõrvalmaantee nr 25131 kaitsevööndiga, kuid ei kattu sellega.

Põhikaardi andmetel asub lähim majapidamine Utessuu II uuringuruumist ca 250 m kaugusel lõuna suunas Kajaka (katastriüksuse tunnus 69701:005:1181, sihtotstarve maatulundusmaa 100%) katastriüksusel.

2.2. Geomorfoloogiline ehitus

Maastikuliselt paikneb Utessuu II uuringuruum Haanja kõrgustiku põhjaservas ulatuslikul kergelt lainja reljeefiga mõhnastikul ja sandurtasandikul, kus jääjõeliste setete (valdavalt veeriseline kruus, selle lamamis eriteraline liiv, kohati esineb suurel hulgal jämedamat purdmaterjali – veeriseid, munakaid ja rahne) paksus ulatub kuni 20 meetrini ning mille lamamiseks on viimase jäätumise punakaspruun moreen (Arold, 2005) [1]. Maapinna absoluutkõrgus jääb uuringuruumis vahemikku 159,5 – 170,0 m, maapind on piirkonnale omaselt künklik.

2.3. Geoloogiline ehitus

Utessuu II uuringuruumi geoloogilise ehituse kirjeldus ja varu arvutus on antud käesoleva töö käigus 2025. aasta aprillis kaevatud kuue kaevandi (Ka-1...6, sügavusega 6,0 – 8,0 m) andmete põhjal. Kirjeldamisel kasutati Wentworthi terasuuruse klassifikatsiooni (joonis 1). Lisaks on kasutatud Geoloogia Valitsuse 1979. aasta geoloogilise uuringu käigus rajatud kahe puuraugu (PA-28 ja PA-29, sügavusega vastavalt 9,0 ja 10,5 m) andmeid.

Utessuu II uuringuruumi **kattekihi** moodustab 0,3 – 0,6 m paksune mustjaspruun kuni tumepruun, lõimiselt savine, liivane või kruusane huumus (kasvukiht, Q_{2_s}), mille all lamab kohati kuni 1,6 m paksune jääjärveline saviliiva või liivsavi kiht (Q_{1_{jr}Vr_{lg}). Kattekihi paksus on uuringualal keskmiselt 0,5 m.}

Utessuu II uuringuruumi **kasuliku kihi** moodustab jääjõeline kruus või liiv (Q_{1_{jr}Vr_{fg}) kogupaksusega 4,4 m (Ka-2) kuni 8,6 m (K-5), keskmine paksus on 7,4 m. Liiv ja kruus on beeži kuni pruuni värvi, hästi ümardunud, sisaldab kristallinseid ja karbonaatseid veeriseid ja munakaid ning üksikuid kristallinseid rahne. Kruusas esineb õhukesi liiva vahekihte. Lõimiselt on materjal hästi sorteeritud, milles domineerib jämekruusa (20 – 31,5 mm) kuni ülijämekruusa (40 – 63 mm) terasuurusega osis ning vähemal määral kesk- ja jämeliiva terasuurusega osis (0,25 – 1,0 mm). Materjal on väga kruusane (6,4 – 31,7%) ning võrdlemisi väikse peenosise (>0,063 mm) sisaldusega.}

Kasuliku kihi lamamini ei jõutud ei 1979. aastal ega 2025. aastal tehtud välitööde käigus, kõigis uuringupunktides jätkub kasulik kiht sügavuse suunas.

Φ	PHI - mm CONVERSION $\phi = \log_2 (d \text{ in mm})$ $1 \mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$		SIZE TERMS (after Wentworth, 1922)	SIEVE SIZES		Intermediate diameters of natural grains equivalent to sieve size	Number of grains per mg		Settling Velocity (Quartz, 20°C)		Threshold Velocity for traction cm/sec	
	mm	Fractional mm and Decimal inches		ASTM No. (U.S. Standard)	Tyler Mesh No.		Quartz spheres	Natural sand	Spheres (Gibbs, 1971) cm/sec	Crushed cm/sec	(Nevin, 1946)	(modified from Hjulstrom, 1939)
-8	256	10.1"	BOULDERS ($\geq -8\phi$)									
-7	128	5.04"										
-6	64.0	2.52"	COBBLES	2 1/2"	2"						200	1 m above bottom
-5	53.9			2.12"	2"							
-4	45.3			1 1/2"	1 1/2"						150	
-3	33.1			1 1/4"	1 1/4"							
-2	26.9			1.06"	1.05"							
-1	22.6			3/4"	.742"							
0	17.0			5/8"	.525"						100	
1	13.4			1/2"	.371"							
2	11.3			3/8"	.25"							
3	9.52			5/16"	.1875"							
4	8.00		PEBBLES									
5	6.73			4	4							
6	5.66			5	5							
7	4.76			6	6							
8	4.00			7	7							
9	3.36			8	8							
10	2.83			10	10							
11	2.38			12	12							
12	2.00			14	14							
13	1.63			16	16							
14	1.41		SAND	18	18	1.2	.72	.6	10	9	40	50
15	1.19			20	20	.86	2.0	1.5	8	8	40	40
16	.840			25	24	.59	5.6	4.5	10	8	30	
17	.707			30	28	.42	15	13	8	7	30	
18	.545			35	35	.30	43	35	6	6	30	
19	.420			40	40	.215	120	91	5	5	20	
20	.354			45	42	.155	350	240	4	4	20	
21	.297			50	48	.115	1000	580	3	3	20	
22	.250			60	60	.080	2900	1700	2	2	20	
23	.210			70	65				1	1	20	
24	.177		SILT	80	80				0.5	0.5		
25	.149			100	100				0.329	0.329		
26	.125			120	115				0.1	0.1		
27	.105			140	150				0.085	0.085		
28	.088			170	170				0.023	0.023		
29	.074			200	200				0.01	0.01		
30	.062			230	250				0.0057	0.0057		
31	.053			270	270				0.0014	0.0014		
32	.044			325	325				0.00036	0.00036		
33	.037			400	400				0.0001	0.0001		
34	.031		CLAY									
35	.025											
36	.020											
37	.016											
38	.0125											
39	.010											
40	.008											
41	.0063											
42	.005											
43	.004											
44	.00315											

Joonis 1. Wentworthi (1922) terasuurse klassifikatsioon võrrelduna teiste skaaladega (Williams jt, 2006) [2].

2.4. Geoloogiline uuritus

Utessuu II uuringuruumi teenindusala jääb Kagu-Eesti ühe suurema kruusa-liiva leiukoha, Püssapalu kruusamaardla, kirdeserva. Maardlas on arvele võetud kokku 50 maavaravaru plokki, neist 23 ehituskruusa, 20 ehitusliiva ja seitse täiteliiva plokki, lisaks on määratud kuus prognoosvaru plokki (kaks ehituskruusa plokki ja neli ehitusliiva plokki).

Kõige olulisema varasema geoloogilise uuringu tegi 1979. aastal Eesti NSV Geoloogia Valitsus (Barankina ja Jürgenson, 1979) [3], mille raames rajati ka Utessuu II uuringuruumi alale kaks puurauku, PA-28 ja PA-29. Kasuliku kihi moodustas karbonaatse kruusa sisaldusega hallikaskollane peene- kuni keskmiseteraline liiv, kruusa osise sisaldus suureneb sügavuse suunas. Kasuliku kihi paksused jäävad vahemikku 4,1 – 8,6 m. Üheski puuraugus lamamini ei jõutud. Katendiks on kasvukiht (huumus) ja selle all lasuv liivsavi paksusega 0,4 – 1,9 m. Põhjaveet ase fikseeriti 6,0 – 9,0 m sügavusel maapinnast.

3. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD

Geodeetilised mõõdistustööd tegi 2025. aasta aprillis geodeet M. Aro (graafiline lisa 1. Utessuu II uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan). Täpsemad andmed geodeetilise mõõdistuse kohta on esitatud topotööde seletuskirjas (tekstilisa 3).

Geoloogilise uuringu käigus kaevati Utessuu II uuringuruumi 2025. aasta aprillis kokku kuus kaevandit (Ka-1...6) sügavusega 6,0 – 8,0 m ja kogumetraaziga 45,0 m (tekstilisa 1). Kaevandid kaevati roomikekskavaatoriga Doosan DX 350LC. Utessuu II uuringuruumi 2025. aastal rajatud kaevandite ja 1979. aasta uuringu käigus rajatud puuraukude vahekaugus on ca 79 – 155 m. Uuringupunktid likvideeriti kohe pärast proovide võtmist ja geoloogilise läbilõike kirjeldamist pinnasega täitmise teel. Uuringupunktide likvideerimise kohta koostati akt (tekstilisa 9), mille on heaks kiitnud Keskkonnaameti maapõuebüroo (tekstilisa 10). Välitöid juhendas geoloog Tanel Mäger.

Proovide võtmine. Uuringupunktidest võeti kokku 11 proovi. Uuringupunktidest võeti keskmistatud proovid: õhukesed, erineva koostisega vahekihid, mida ei ole võimalik eraldi kaevandada, on lülitatud üldproovi koosseisu. Võetud proovid on kahandatud kvarteerimise meetodil labori nõutava kaaluni.

Laboratoorsed uuringud. Laboratoorsed analüüsid tehti OÜ Inseneribüroo Steiger laboris Tartus, mille pädevus on kinnitatud Eesti Akrediteerimiskeskuse akrediteerimistunnistusega L202. Laboris määrati materjali lõimis (EVS-EN-933-1) ning savi- ja tolmuosakeste sisaldus. Materjali teralise koostise määramiseks kasutati sõelasid ava läbimõõduga (mm): 125, 80, 63, 40, 31,5, 20, 16, 12,5, 8, 6,3, 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125 ja 0,063.

Kruusa purunemiskindlus määrati ühes koondproovis Los Angelese katsel (EVS-EN 1097-2:2020) 10-14 mm suurusega killustiku fraktsioonist. Utessuu II uuringuruumi loodusliku materjali lõimis on esitatud tekstilis 6. Laboriproovide katseprotokolli koopia on toodud tekstilis 7.

Kameraaltööde käigus tehti laboriandmete põhjal väliandmete töötlus, hinnati materjali kasutuskõlblikkust ning arvutati ehitusliiva varu. 2025. aasta aprillis rajatud uuringupunktide ning varasema geoloogilise uuringu andmetele tuginedes joonistati varu arvutuse alale kaks geoloogilist läbilõiget (graafiline lisa 2). Graafilised lisad on joonestatud joonestusprogrammi Autodesk AutoCAD Civil 3D 2023 abil. Varu arvutamiseks kasutati programmi AutoCAD Civil 3D 2023 võimalusi, kasutati "Tin Volume" meetodit. Väljatrükiks kasutati printerit Canon TM-300.

Saadud tulemuste usaldusväärsuse analüüs. 2025. aasta geoloogilise uuringu tulemusena saadud andmestikku võib pidada usaldusväärseks aktiivse tarbevaru arvele võtmiseks maavarade registris. Uuringupunktide vahekaugus ning võetud proovide pikkus vastab keskkonnaministri 17.12.2018 määruses nr 52 esitatud uuringumetoodikale tarbevaru määramiseks. Kõigis kaevandites jätkub kasulik kiht sügavuse suunas, kaevandid rajati ekskavaatori maksimaalse ammutussügavuseni.

1979. aastal rajatud puurauke kasutatati käesolevas töös materjali kirjeldamisel, kasuliku kihi paksuse määramisel ja varu arvutamisel, kuid mitte materjali kvaliteedi täpsustamiseks.

Tellija soovil moodustati varuplokk sileda põhjaga, mis võimaldab tulevasel kaevandamisel mäeeraldise lamamit paremini jälgida. Varuploki lamam määrati uuringuruumi keskmisest põhjavee tasemest (156,5 m abs) 0,7 m võrra kõrgemale ehk absoluutkõrgusele 157,2 m.

4. UURITUD ALA LÜHISELOOMUSTUS

Materjali kvalitatiivne iseloomustus on antud ja tarbevaru on arvutatud käesoleva töö käigus Utessuu II uuringuruumis ühe plokina:

- plokk 51 (ehitusliiva aktiivne tarbevaru ülapiiril uuringuaegset põhjavee taset) 3,86 ha pindalal 287 tuh m³.

Aktiivse tarbevaru plokk on kontuuritud arvestades kasuliku kihi paksust ning kvaliteeti. Tarbevaru plokki kontuur on toodud Utessuu II uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaanil (graafiline lisa 1) ja geoloogilistel läbilõigetel (graafiline lisa 2).

Aktiivse tarbevaru plokk 51 kattub uuringuruumi piiriga, v.a idaservas, kus Ura oja kalda piiranguvööndi tõttu kulgeb plokki piir uuringuruumi piirist kuni 12 m kaugusel lääne pool. Aktiivse tarbevaru plokki 51 lamam asub absoluutkõrgusel 157,2 m, mis on määratud 0,7 m võrra kõrgemale keskmisest põhjavee tasemest (156,5 m abs). Lamam on piiritletud selliselt, et kaevandada ainult veepealset varu ning luua tingimused karjääri taasmetsastamiseks pärast maavaru ammendamist.

Ehitusliiva plokk 51 on määratud uuringuruumi piiride ning kihti avavate ja läbivate uuringupunktide materjali kvalitatiivse iseloomustuse järgi. Uuringupunkt Ka-2 ja PA-29 asuvad väljaspool moodustatud varuploki piire, kuid nende andmeid saab kasutada kasuliku kihi paksuse ja/või kvaliteedi hindamiseks. Tekstilis 5 on esitatud aktiivse tarbevaru arvutamisel kasutatud plokki lamami absoluutkõrgused kõigis uuringupunktides ja varu kontuurimise punktides. Varuploki moodustamisel kasutatud materjali kvalitatiivne iseloomustus on toodud järgmises peatükis.

4.1. Materjali kvalitatiivne iseloomustus

Kasuliku kihi moodustab Utessuu II uuringuruumis kruus ja liiv. Materjali kvalitatiivsel iseloomustamisel ja varu arvutamisel on kasutatud käesoleva uuringu käigus kogutud 11 proovi andmeid, mida on võrreldud keskkonnaministri 17.12.2018 määruses nr 52 esitatud liiva ja kruusa kasutusala määramise nõuetega. Materjali kirjeldamisel on kasutatud Wentworthi terasuuruse klassifikatsiooni (joonis 1).

Keskkonnaministri 17.12.2018 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” (RT I, 19.12.2018, 28) § 29 tulenevalt on liiva ja kruusa kasutusalaade määramise nõuded järgmised:

- 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, seejuures tehakse purunemiskindluse määramise killustikust fraktsiooni suurusel 10–14 millimeetrit purunemiskindluse määramise standardi EVS-EN 1097-2 järgi;
- täiteliiv ja täitekruus on setend, mis ei vasta eelpool loetletud punktides esitatud nõuetele.

Käesoleva uuringu käigus võeti kasulikust kihist kokku 11 proovi, millest neli proovi vastas savi- ja tolmuosakeste (<0,063 mm) sisalduse osas täiteliiva nõuetele ning seitse proovi ehitusliiva nõuetele. Keskkonnaministri 17.12.2018 määrus nr 52 § 29 lg 6 sätestab, et kui liiva ja kruusa puhul ei ole eri kasutusala maavarad mäetööde tehnoloogiat arvestades eraldi kaevandatavad, määratakse moodustatava maavara plokki piires üldistatud keskmine kasutusala. Sama määruse § 29 lg 7 sätestab, et kui uuringu käigus selgub, et uuringuruumi piires leidub mitu liiva/kruusa kasutusala maavara, ei pea kasutusalaade kaupa eraldi maavara plokkide moodustama, kui teist liiva/kruusa kasutusala maavara on alla 100 000 m³. Lähtudes keskkonnaministri 17.12.2018 määruse nr 52 eelpool loetletud sätetest, moodustatud varuploki mahust ning keskmistest kvaliteedinäitajatest, tehakse ettepanek Utessuu II uuringuruumi varu arvele võtta ühe plokina ehitusliiva kategoorias.

Uuringuruumi jämepeurrust saadud killustiku purunemiskindluse Los Angelese tegur on 33 (tekstilisa 7) ehk jämepeuru osise purunemiskindluse kategooria on LA₃₅, mis vastab ehituskruusa kvaliteedinõuetele.

Kasuliku kihi laboranalüüside tulemused on esitatud tekstilisas 6 (Utessuu II uuringuruumi loodusliku materjali lõimise). Tabelis 1 on esitatud Utessuu II uuringuruumi (ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokki 51) laborianalüüside põhinäitajad.

Tabel 1. Utessuu II uuringuruumi laboranalüüside põhinäitajad

Näitaja	Utessuu II uuringuruum (plokk 51 EL aT)		
	Minimaalne	Maksimaalne	Kaalutud keskmine
Osakeste läbimõõduga >31,5 mm sisaldus (%) (kruusa sisaldus kokku),	6,4	31,7	25,4
Osakeste läbimõõduga <31,5 mm sisaldus (%) (liiva sisaldus kokku),	68,3	93,6	74,6
sealhulgas savi- ja tolmuosakeste sisaldus (%)	2,2	16,3	4,7

Utessuu II uuringuruumi materjal vastab ehitusliiva kvaliteedinõuetele.

Plokk 51 materjal on hästi sorteeritud, milles domineerib jämekruusa (20 – 31,5 mm) kuni ülijämekruusa (40 – 63 mm) terasuurusega osis ning vähemal määral kesk- ja jämeliiva terasuurusega osis (0,25 – 1,0 mm). Materjal on väga kruusane (6,4 – 31,7%) ning võrdlemisi väikse peenosise (>0,063 mm) sisaldusega.

Uuringuruumi jäme purdmaterjalist saadud killustiku purunemiskindluse Los Angelese tegur on 33 ehk purunemiskindluse kategooria on LA₃₅. Vastavalt kruusa purunemiskindlusele sobib Utessuu II uuringuruumis leiduvast jäme purdmaterjalist saadav killustik tee aluste alakihitidesse. Jäme purdse materjali purustamisel saadav kruuskillustik on sobilik kasutamiseks teedeehitusel, samuti saab jäme purdsest materjalist toota purustatud kruusa segusid. Kruusa purustamisel tekkivaid sõelmeid saab segada liiva ja killustikuga ning toota kruusateede remondiks vajalikku materjali. Jäme purdmaterjalist välja sõelutud liiv sobib kasutamiseks tsiviilehituses eri ehitussegude koostises ning teedeehituses.

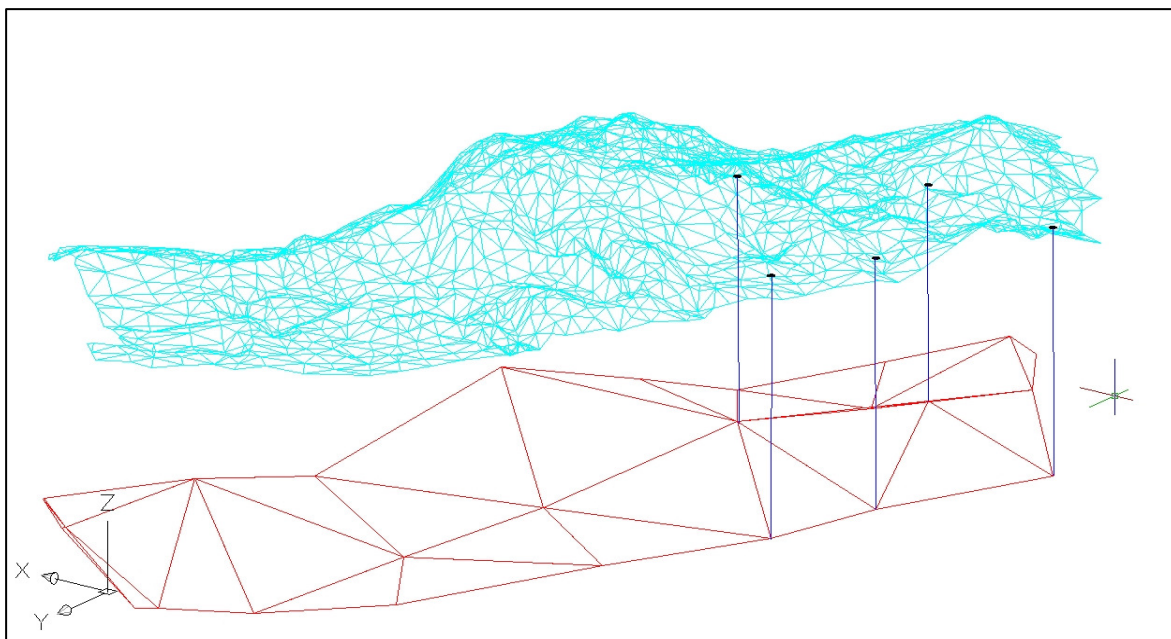
4.2. Varu arvutus

Utessuu II uuringuruumi varu on arvutatud ühe plokinä ehitusliiva aktiivse tarbevaru kategoorias (plokk 51), varu asub ülalpool põhjavee taset.

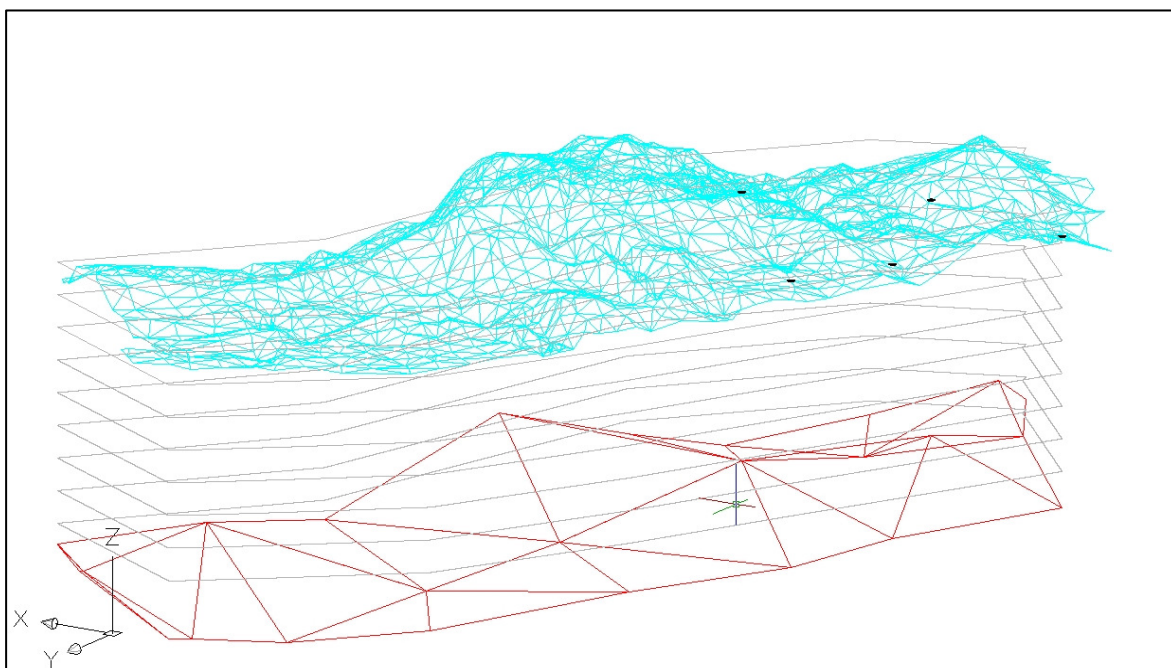
Varu arvutuse aluseks olnud materjalid:

- Utessuu II uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan mõõtkavas 1:1000 (graafiline lisa 1);
- geoloogilised läbilõiked I – I' ja II – II', mõõtkavas horis. 1:1000 ja vert. 1:100 (graafiline lisa 2);
- uuringupunktide kirjeldused (tekstilisa 2),
- kasuliku kihi laborianalüüside tulemused (tekstilisa 7).

Geoloogilise uuringu aruandes on maavara varu arvutamiseks kasutatud programmi Autodesk AutoCAD Civil 3D 2023. Programmis saab mahtude arvutamiseks kasutada mitmeid meetodeid, käesoleva töö puhul kasutati "Tin Volume" meetodit. Kogu uuringuruumi maapinna reljeef on mõõdistatud geodeedi poolt keskmiselt sammuga 20 meetrit. Reljeefi erisuste esinemisel on mõõdistatud kõik väljapaistvad muutused. Saadud absoluutkõrguste abil jagatakse kogu uuringuala reljeef kolmnurkade abil ruumiliseks pinnaks (joonis 2, helesinise värviga). Maavara lamami reljeefi kontuur (joonis 3, pruuni värviga) saadakse sarnaselt maapinna reljeefi koostamisele, kuid kolmnurkade joonestamiseks kasutatakse välitööde käigus kogutud ja labori poolt analüüsitud maavara plokiks määratava maavara sügavust. Programm ühendab saadud sügavused kolmnurkadeks, millest moodustubki lamami reljeefi ruumiline kontuur.

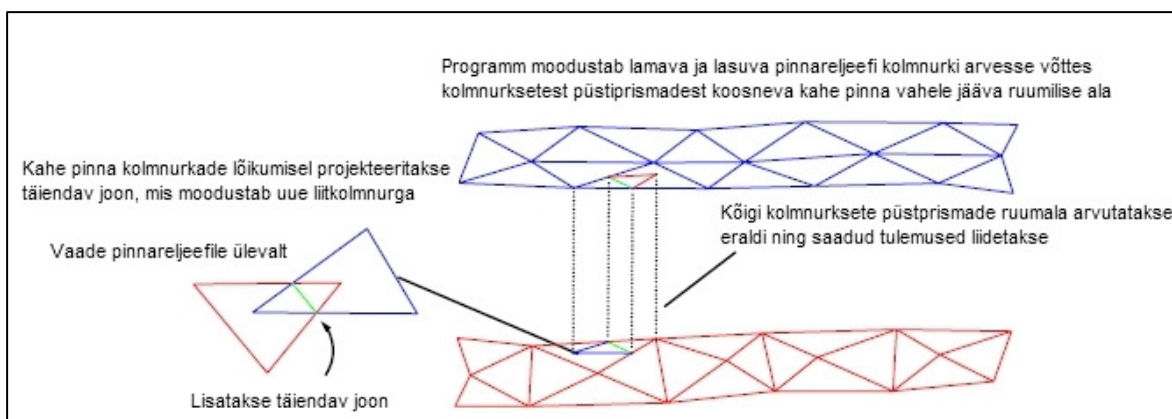


Joonis 2. Mahuarvutuse selgitus.



Joonis 3. Mahuarvutuse selgitus.

Maavara maht arvutatakse AutoCAD Civil 3D poolt uuringuala reljeefi ja lamami reljeefi ning pindalaliselt piiritletud ala vahele jäävas ruumis (joonis 3). Halli kontuurjoonega on märgitud varu arvutamiseks määratud ala, mille maht arvutatakse liitmeetodi abil. Liitmeetodi puhul tekitab programm nii lasuva kui lamava kontuuri kolmnurki arvesse võttes uue pinna. Võttes arvesse ka kahe pinna vahelisi kaugusi, arvutab programm iga moodustunud kolmnurkse püstprisma ruumala eraldi ning seejärel liidab need ühtseks ruumalaks (joonis 4).



Joonis 4. Mahuarvutuse selgitus.

Varuploki kontuur on toodud Utessuu II uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaanil (graafiline lisa 1) ning geoloogilistel läbilõigetel (graafiline lisa 2). Pindalad on määratud joonestusprogrammis Autodesk AutoCAD Civil 3D 2023. Tekstilisas 4 on esitatud Utessuu II uuringuruumi kasuliku ja kattekihi paksus, mida on kasutatud varu arvutamisel.

Varu arvutuse tulemus:

Ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 51 (varu ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 3,86 ha pindalal kokku on 286 790 m³ (287 tuh m³).

Kasuliku kihi keskmine paksus on 7,4 m (arvutiprogrammis AutoCAD määratud varu alusel $286\,790\text{ m}^3 : 38\,645\text{ m}^2 = 7,4\text{ m}$).

Kattekihi moodustab Utessuu II uuringuruumis **huumus (kasvukiht)** ning kohati huumuskihi all paiknev **saviliiv ja liivsavi**.

Kattekihi maht Utessuu II uuringuruumis varu arvutuse alal pindalal 3,86 ha on kokku 20 348 m³ (**20 tuh m³**), millest huumuse maht on 19 339 m³ (**19 tuh m³**) ning saviliiva ja liivsavi maht on 962 m³ (**1 tuh m³**).

Kattekihi keskmine paksus on 0,5 m (arvutiprogrammis AutoCAD määratud mahu alusel $20\,348\text{ m}^3 : 38\,645\text{ m}^2 = 0,5\text{ m}$).

Huumuse keskmine paksus on 0,5 m (arvutiprogrammis AutoCAD määratud mahu alusel $19\,330\text{ m}^3 : 38\,645\text{ m}^2 = 0,5\text{ m}$).

Püssapalu kruusamaardla ehitusliiva aktiivse reservvaru ploki 7 varu on 50 tuh m³, pindala on 0,84 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 5,9 m. Käesoleva töö tulemusena väheneb Utessuu II uuringuruumiga kattuv 0,45 ha pindalal ehitusliiva aktiivse reservvaru ploki 7 varu 26 tuh m³ võrra: $4463\text{ m}^2 \times 5,9\text{ m} = 26\,332\text{ m}^3$ (**26 tuh m³**). Püssapalu kruusamaardla ehitusliiva aktiivse reservvaru ploki 7 varu on pärast käesolevat uuringut $50\text{ tuh m}^3 - 26\text{ tuh m}^3 = 24\text{ tuh m}^3$ (pindala 0,85 ha – 0,45 ha = 0,40 ha).

Püssapalu kruusamaardla juures kirjeldatud ehitusliiva prognoosvaru ploki 9 varu on 514 tuh m³, pindala on 9,35 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 5,5 m. Käesoleva töö tulemusena väheneb Utessuu II

uuringuruumiga kattuv 3,10 ha pindalal ehitusliiva prognoosvaru plokki 9 varu 170 tuh m³ võrra: $30\,964\text{ m}^2 \times 5,5\text{ m} = 170\,302\text{ m}^3$ (**170 tuh m³**). Püssapalu kruusamaardla juures kirjeldatud ehitusliiva prognoosvaru plokki 9 varu on pärast käesolevat uuringut $514\text{ tuh m}^3 - 170\text{ tuh m}^3 = 344\text{ tuh m}^3$ (pindala $9,35\text{ ha}$ ($93\,547\text{ m}^2$) – $3,10\text{ ha}$ ($30\,964\text{ m}^2$) = $6,26\text{ ha}$ ($62\,583\text{ m}^2$)).

4.3. Hüdrogeoloogilised tingimused

Käesoleva geoloogilise uuringu käigus avati 2025. aasta aprillis põhjavesi viies kaevandis, üksnes kaevandis Ka-6 uuringusügavuses põhjavett ei ilmunud. Põhjavesi avati maapinnast 4,5 – 7,5 m sügavusel, absoluutkõrgusel 155,6 – 158,3 m. 1979. aastal tehtud geoloogilise uuringu käigus esines põhjavesi PA-28 ja PA-29 maapinnast 6,0 – 9,0 m sügavusel, absoluutkõrgusel 155,7 – 156,5 m.

Põhjavee tase uuringuruumis järgib üldist maapinna reljeefi, olles kõrgem uuringuruumi keskosas künkjal ning langedes madalamale itta, Ura oja suunas või loodesse, kus asuvad madalamal reljeefielemendil kolm tiiki. Vee liikumissuund on samuti itta või loodesse. Tuginedes 2025. aastal mõõdetud veetasemetele kaevandites, on keskmine põhjavee taseme absoluutkõrgus uuringuruumi alal 156,5 m.

4.4. Mäendustingimused

Utessuu II uuringuruumi mäetehnilised tingimused on rahuldavad. Kattekiht on valdavalt õhuke ja maavarale on hea juurdepääs. Kaevandatava maavarakihi paksus on vahemikus 1,5 – 9,0 m, keskmine paksus on 7,4 m. Kogu varu asub ülalpool põhjavee taset. Varu saab valdavalt kaevandada ühes astmes, sõltuvalt asukohast tuleb vajadusel kaevandada kahes astmes.

Juurdepääs tulevasele karjäärile on rahuldav, materjali väljaveoks saab kasutada Utessuu II uuringuruumi põhjaosas kulgevat pinnasteed (ETAK tunnus 4843400), mis ühendab tulevast karjääri Rõuge-Verijärve riigi kõrvalmaanteega nr 25131. Kinnitamiseks esitatakse ja kaevandama hakatakse ehitusliiva varu, mis asub ülalpool põhjavee taset.

Pärast varu ammendamist tuleb kaevandatud maa korrastada vastavalt keskkonnaministri määrusele 07.04.2017 nr 12. Korrastamisprojekt koostatakse lähtudes Keskkonnaameti poolt esitatud korrastamistingimustest. Korrastamistingimusi esitades peab Keskkonnaamet lähtuma kaevandamise keskkonnamõju hindamise soovist, arvestada tuleb maaomaniku poolseid nõudeid ja kohaliku omavalitsuse arvamust. Korrastatava maa kasutamise sihtotstarbe määramisel lähtutakse maavara kaevandamisloas märgitust. Korrastamisprojektiga määratakse täpsemalt kaevandatud ala korrastamise suunad. Kaevandamise järgselt karjääriala taasmetsastatakse.

5. KESKKONNAMÕJU HINDAMINE

5.1. Uuringu keskkonnamõju hinnang

Utessuu II uuringuruumi teenindusala piires ja vahetus läheduses ei asu Natura 2000 linnu- ja loodusalasid, looduskaitsealasid, kaitstavaid looduse üksikobjekte ja kultuurimälestisi ning nende kaitsevööndit. Utessuu II uuringuruumist lähimas punktis ca 75 m kaugusel ida suunas asub III

kaitsekategooria loomaliigi *Lutra lutra* (saarmas, EELIS kood KLO9110713) elupaik. Utessuu II uuringuruum kattub osaliselt Ura oja kalda kaitsevööndiga ning sellesse alasse varuplokki ei moodustata.

Lähim kaitseala, Haanja looduspark (EELIS kood KLO1000469), asub uuringuruumist lähimas punktis ca 770 m kaugusel lõuna suunas. Haanja looduspargiga samades piirides asub Natura 2000 võrgustiku Haanja loodusala (EELIS kood RAH0000547) ja Haanja linnuala (EELIS kood RAH0000022).

Geoloogilise uuringu käigus kaevatud kaevandid likvideeriti pinnasega täitmise teel kohe pärast proovide võtmist ja geoloogilise läbilõike kirjeldamist. Kaevandite likvideerimise kohta koostati akt (tekstilisa 9), mille on heaks kiitnud Keskkonnaameti maapõuebüroo (tekstilisa 10). Geoloogiline uuring viidi läbi lühikese aja jooksul päevasel ajal ning kasutati tehniliselt korras ja kaasaegset masinaparki, uuringu välitööd keskkonnale olulist ja püsivat negatiivset mõju ei avaldanud. Geoloogiline uuring Utessuu II uuringuruumis ei ole olulise keskkonnamõjuga tegevus vastavalt keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse § 6, vastu võetud 22.02.2005 (RT I 2005, 15, 87).

5.2. Kaevandamise keskkonnamõju esialgne hinnang

Tulevase karjääri avamisel ja kasutamisel peab jälgima kõiki maavarade kaevandamise nõudeid. Liiva kaevandamisega otsest keskkonnareostust ega -ohtlikkust ei kaasne. Tuleb jälgida, et karjääris ei tekiks kütuse- või õlileket. Juhuslikud lekked tuleb koristada. Jäätmete ladustamine, masinate remont ja tankimine karjääris on keelatud.

Kaevandamise käigus täidetakse pealmaakaevandamise ohutuseeskirju ning välditakse kütuse ja määrdeainete sattumist pinnasesse. Kaevandamisel ja kaevise laadimisel ning transportimisel kasutatavate masinate ja mehhanismide hooldamiseks tuleb rajada karjääri territooriumile teenindusplats, kui hooldamist planeeritakse karjääri maa-alal, et vältida kütuse ja õli leket pinnasesse. Teenindusplats tuleb katta kütuse ja õli pinnasesse imbumist takistava materjaliga ning kohapeal peavad olema esmased kütuselekked kõrvaldamise vahendid. Mäeeraldise teenindusmaa piires on keelatud prügi maha panek. Karjääris võib tekkida igapäevase töö käigus olmejäätmeid, mida peab käitlema vastavalt kehtivatele seadustele.

Liiva kaevandamisel on peamiseks keskkonda mõjutavateks teguriteks peenosakesed (tolm), müra ning maastikupildi visuaalne muutmine. Kuival ajal veepealse varu kaevandamisel ning laadimisel on võimalik peenosakeste lendumine. Peenosakeste lendumise vähendamiseks tuleb kuival ajal kasta karjääri teid ning ladustatud maavarapuistanguid, millega viiakse lendumine praktiliselt nullini. Mehhanismide töö tekitab müra ja õhusaastet. Välisõhusaaste ei tohi ületada seadusandlusega kehtestatud piirnorme. Müratase peab vastama kehtivatele piirnormidele, et vältida müra kandumist lähipiirkonnas asuvate majapidamisteni.

Keskkonnakaitse ja ohutustehnika nõuetest kinnipidamise korral ei kahjusta mäetööde tegemine oluliselt piirkonna ökoloogilisi tingimusi ning ei avalda keskkonnale olulist mõju. Kaevandamise järgselt karjääriala taasmetsastatakse.

6. KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli Verston Eesti OÜ tellimusel välja selgitada Võrumaal Rõuge vallas Tsutsu külas asuva Utessuu II uuringuruumi maavara varu maht, kvaliteet ja kaevetingimused.

Geoloogilise uuringu tulemusena arvutati ehitusliiva aktiivne tarbevaru Utessuu II uuringuruumis ühe plokina:

- **ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 51 (varu ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 3,86 ha pindalal 287 tuh m³.**

Geoloogilise uuringu tulemusena arvutatud varu esitatakse kinnitamiseks maavarade registri vastutavale töötlejale (Eesti Geoloogiateenistusele) ning soovitatakse arvutatud maavaravaru plokk aktiivse tarbevaruna arvele võtta.

Püssapalu kruusamaardla ehitusliiva aktiivse reservvaru ploki 7 varu on 50 tuh m³, pindala on 0,84 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 5,9 m. Püssapalu kruusamaardla juures kirjeldatud ehitusliiva prognoosvaru ploki 9 varu on 514 tuh m³, pindala on 9,35 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 5,5 m. Käesoleva töö tulemusena vähenes ehitusliiva aktiivse reservvaru ploki 7 pindala 0,45 ha ja varu kogus 26 tuh m³ võrra ning ehitusliiva prognoosvaru ploki 9 pindala 3,10 ha ja varu kogus 170 tuh m³ võrra. Pärast käesolevat uuringut on ploki 7 varu 26 tuh m³ ja pindala 0,40 ha ning ploki 9 varu 344 tuh m³ ja pindala 6,26 ha.

Geoloog: Peeter Lillak
/allkirjastatud digitaalselt/

7. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Arold, I. **Eesti Maastikud**. Tartu Ülikooli Geograafia Instituut, Tartu 2005. [1]
2. Williams, S.J., Arsenault, M. A., Buczkowski, B. J., Reid, J. A., Flocks, J. G., Kulp, M. A., Penland, S., Jenkins, C. J. **Open-File Report 2006-1195. Surficial sediment character of the Louisiana offshore continental shelf region: A GIS Compilation**. U. S. Geological Survey, 2006. Saadaval aadressil <http://pubs.usgs.gov/of/2006/1195/index.htm> (viimati vaadatud 03.06.2024). [2]
3. Barankina, I, Jürgenson, V. **Aruanne kruusliiva eeluuringu tulemustest Abissaare, Sulbi, Püssipalu, Leppoja maardlas**. Geoloogia Valitsus, Keila 1979. EGF aruande nr 3582. [3]

TEKSTILISAD