



Kobras OÜ
Registrikood 10171636
kobras@kobras.ee

TÖÖ NR 2025-255
Oktoober 2025

Tellijä: AS Tariston

LÄÄNE-VIRUMAA, HALJALA VALD, KANDLE KÜLA
KANDLE UURINGURUUMI
GEOLOOGILINE UURING
(varu arvutus seisuga 01.10.2025)

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

Objekti asukoht: Lääne-Viru maakond, Haljala vald, Kandle küla
X= 6598300, Y= 627000

ANNOTATSIOON

Tanel Mäger, Peeter Lillak. Kandle uuringuruumi geoloogiline uuring (varu arvutus seisuga 01.10.2025). Kobras OÜ, Tartu 2025.

Aruanne ühes köites. Tekst 16 lk, 13 tekstilisa, 2 graafilist lisa (kahel lehel). EGF, Eesti Geoloogiateenistus, AS Tariston.

Kandle uuringuruum asub Lääne-Virumaal Haljala vallas Kandle külas Kunda metskond 58 (katastriüksuse tunnus 19003:001:0360, sihtotstarve on maatulundusmaa 100%, pindala on 348 485 m²) ja Kunda metskond 65 (katastriüksuse tunnus 19003:001:0055, sihtotstarve on maatulundusmaa 100%, pindala on 56 165 m²) kinnistul, Eesti baaskaardi lehel 6434. Kandle uuringuruumi teenindusala pindala on 18,14 ha.

Käesoleva töö käigus viidi 2025. aasta augustis läbi Kandle uuringuruumi teenindusala geodeetiline mõõdistamine ja koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1:1000. Geoloogilise uuringu käigus puuriti 2025. aasta augustis Kandle uuringuruumi 15 puurauku ning võeti 30 proovi kasulikust kihist. Maavaru arvutati Kandle uuringuruumis kahe plokina aktiivse tarbevaru kategoorias:

- plokk 1 (ehitusliiva aktiivne tarbevaru ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 18,14 ha pindalal 362 tuh m³;
- plokk 2 (ehitusliiva aktiivne tarbevaru allpool uuringuaegset põhjavee taset) 18,14 ha pindalal 1019 tuh m³).

Plokk 1 materjal on hästi sorteeritud, milles domineerib peene- kuni keskteralise liiva (0,125 – 0,5 mm) terasuurusega osis. Materjalis puudub täielikult kruusaosis ning peenosise (>0,063 mm) sisaldus on väike (keskmiselt 4,7%), olles kõrgem (kuni 19,2%) vaid ühest uuringupunktist võetud proovis (Pa-2).

Plokk 2 materjal on väga hästi sorteeritud, milles domineerib peeneteralise liiva (0,125 – 0,25 mm) terasuuruse osis. Materjalis puudub täielikult kruusaosis ning peenosise (>0,063 mm) sisaldus on väike (3,3 – 7,1%, keskmiselt 4,2%).

Uuringuruumi ehitusliiv sobib kasutamiseks tsiviilehituses erinevate ehitussegude koostises ning asfaltbetooni ja kruusateede katendite jaoks kruusasegude koostamiseks. Materjali filtratsiooniomadused on sobilikud teedehituses drenkihi ehitamiseks.

Võtmesõnad: Lääne-Virumaa, Haljala vald, Kandle uuringuruum, ehitusliiv, aktiivne tarbevaru.

Geoloog: Tanel Mäger
/allkirjastatud digitaalselt/

SISUKORD**Tekst**

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 LÜHISELOOMUSTUS	8
4.1. Materjali kvalitatiivne iseloomustus	8
4.2. Varu arvutus	10
4.3. Hüdrogeoloogilised tingimused	12
4.4. Mäendustingimused.....	12
5. KESKKONNAMÕJU HINDAMINE.....	13
5.1. Uuringu keskkonnamõju hinnang	13
5.2. Kaevandamise keskkonnamõju esialgne hinnang	13
6. KOKKUVÕTE	14
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. Kandle uuringuruumi loodusliku materjali lõimis. Lisa 6.
7. Laboriproovide katseprotokoll. Lisa 7.
8. Geoloogilise uuringu luba L.MU/523931, 30.06.2025. Lisa 8.
9. Kandle uuringuruumi uuritud maa korrastamise akt. Lisa 9.
10. Kandle uuringuruumi uuritud maa korrastamise akti heakskiitmine.
Keskonnaameti maapõuebüroo korraldus nr DM-133851-2, 14.11.2025. Lisa 10.
11. Kandle liivamaardla registrikaardi projekt. 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. Kandle uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan, M 1:1000 ning asukohaskeem, M 1:50 000 (Eesti baaskaardi leht 6434). Lisa 1.
2. Geoloogilised läbilõiked I – I' kuni IV – IV', M_{hor} 1:1000, M_{vert} 1:100 ja leppemärgid geoloogilistel läbilõigetel (ühel lehel). Lisa 2.

Elektroonilised lisad

1. Maavara plokkide 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 AS Tariston tellimuse alusel ja vastavalt Keskkonnaameti poolt 30.06.2025 välja antud geoloogilise uuringu loale nr L.MU/523931 (tekstilisa 8) läbi Kandle uuringuruumi geoloogilise uuringu.

Töö eesmärgiks oli välja selgitada Kandle uuringuruumi materjali aktiivse tarbevaru maht, kvaliteet ja kaevetingimused, et taotleda maavara kaevandamise luba. Kandle uuringuruum asub Lääne-Virumaal Haljala vallas Kandle külas riigimandisse kuuluval Kunda metskond 58 (katastriüksuse tunnus 19003:001:0360, sihtotstarve on maatulundusmaa 100%, pindala on 348 485 m²) ja Kunda metskond 65 (katastriüksuse tunnus 19003:001:0055, sihtotstarve on maatulundusmaa 100%, pindala on 56 165 m²) kinnistul. Katastriüksuste omanik on Eesti Vabariik, valitseja on Kliimaministeerium ning volitatud asutus on Riigimetsa Majandamise Keskus. Kandle uuringuruumi teenindusala pindala on 18,14 ha. Geoloogilise uuringu tegemisel ajal asus uuringuruumi alal osaliselt küps okaspuumets ja osaliselt okaspuu noorendik.

Käesoleva aruande koostamise käigus viidi läbi järgmised tööd:

1. Kandle uuringuruumi teenindusala geodeetiline mõõdistamine ja topograafilise plaani koostamine mõõtkavas 1:1000 (graafiline lisa 1. Kandle uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan).
2. Puuraukude puurimine.
3. Laboratoorsed tööd.

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

2. ÜLDANDMED UURINGURUUMI KOHTA

2.1. Geograafiline asend

Kandle uuringuruum asub Lääne-Virumaa põhjaosas Rakvere linnast ca 17 km kaugusel põhjas Haljala vallas Kandle külas. Kandle uuringuruumi keskosa geograafilised koordinaadid on 59°30'12" p.l. ja 26°14'34" i.p. ning uuringuruum paikneb Eesti baaskaardi (mõõtkava 1:50 000) kaardilehel 6434 (graafiline lisa 1. Kandle uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan).

Uuringuruum piirneb idast Keldrimäe (katastriüksuse tunnus 19003:001:0255, sihtotstarve on maatulundusmaa 100%, pindala on 128 298 m²) katastriüksusega, põhja ja lääne suunas jätkub Kunda metskond 58 ning lõuna suunas jätkub Kunda metskond 65 katastriüksus.

Kandle uuringuruumi läbib loode-kagu suunaliselt metsatee (ETAK tunnus 5104283), mis ühendab uuringuruumi Võle-Vainupea-Kunda riigi kõrvalmaanteeaga nr 17170. Uuringuruumist ca 30 m kaugusele lääne suunda jääb Võle-Vainupea-Kunda riigi kõrvalmaantee. Uuringuruum nimetatud tee kaitsevööndiga ei kattu.

Põhikaardi andmetel asub lähim majapidamine Kandle uuringuruumist ca 260 m kaugusel ida suunas Männiniidu (katastriüksuse tunnus 19003:001:0179, sihtotstarve on elamumaa 100%) katastriüksusel.

2.2. Geomorfoloogiline ehitus

Maastikuliselt paikneb Kandle uuringuruum Viru lavamaa põhjaservas, Soome lahe rannikumadaliku piirjoonel. Piirkonda iseloomustavad osaliselt mattunud aluspõhja astangud, uuringuruumi pinnakate on seotud tasase pinnareljeefiga limnoglatsiaalse liivikuga. Varasemate geoloogiliste uuringute tulemusena on moodustatud alale Kandle liiva perspektiivala ja Matsu liiva leviala (Suuroja jt., 2006) [1]. Maapinna absoluutkõrgus jääb uuringuruumis vahemikku 57,7 – 62,5 m, maapind on tasane ning kergelt lainjas.

2.3. Geoloogiline ehitus

Kandle uuringuruumi geoloogilise ehituse kirjeldus ja varu arvutus on antud käesoleva töö käigus 2025. aasta augustis puriitud 15 puuraugu (Pa-1...15, sügavusega 2,6 – 10,0 m) andmete põhjal. Kirjeldamisel kasutati Wentworthi terasuuruse klassifikatsiooni (joonis 1).

Kandle uuringuruumi **kattekihi** moodustab 0,1 – 0,4 m paksune mustjaspruun kuni hall, lõimiselt liivane, huumus (kasvukiht, Q_{2_s}), mille all lamab kohati kuni 0,2 m paksune oranži värvi ülipeeneteralise orgaanikaseguse liiva kiht (Q_{2_a}). Kattekihi paksus on uuringualal keskmiselt 0,2 m.

Kandle uuringuruumi **kasuliku kihi** moodustab jääjärveline liiv (Q_{1_jr}Vr_lg) paksusega 2,2 m (Pa-2) kuni 9,9+ m (Pa-4, Pa-6...7, Pa-9), keskmine paksus on 7,6 m. Liivakiht jaguneb kaheks: ülemine intervall (ülalpool veetaset) on beeži või helebeeži värvi, valdavalt peeneteraline, ühtlane ja kohev ja sisaldab kohati veeriseid ja vähesel määral lubjakivirähka. Alumine intervall (allpool veetaset) on helehalli kuni tumehalli värvi, kohev kuni tihe, sisaldab õhukeste vahekihtidena kajafragmente ja vähesel määral orgaanikat, terasuurus varieerub ülipeeneteralisest jämeteraliseni, esineb üksikuid veeriseid. Lõimiselt on materjal hästi kuni väga hästi sorteeritud, milles domineerib peene- kuni keskteralise liiva (0,125 – 0,5 mm) terasuuruse osis. Kruus (>31,5 mm) puudub täielikult.

Kasuliku kihi lamami moodustavad Kandle uuringuruumis jääjärvelised ja liustikulised setted, samuti aluspõhjaline lubjakivi. Jääjärveliste setete alla kuuluvad tolmjas liiv (Q_{1_jr}Vr_lg; sinakashall, väga peeneteraline, ülemises osas saviliivane) ja liivsavi (Q_{1_jr}Vr_lg; sinakashall, sitke- kuni kõvaplastne). Liustikusetetest esineb saviliivmoreen (Q_{1_jr}Vr_g; sinakashall, pruunikashall kuni tumehall, pehme- kuni sitkeplastne, üksikute veeristega ja sisaldab liivsavi viirge), aluspõhja moodustab Kesk-Ordoviitsiumi ladestiku Loobu kihistu lubjakivi (O_{2lb}; hall kuni valkjashall, murenenud kuni tugev). Kasuliku kihi lamamini jõuti geoloogilise uuringu käigus puuraugus Pa-1..3, Pa-8 ja Pa-10...15 alal. Lamam asub maapinnast 2,5 – 9,0 m sügavusel, absoluutsel kõrgusel 52,4 – 58,5 m. Kasuliku kihi lamamit läbiti 0,1 – 0,9 m ulatuses. Kasuliku kihi lamamini ei jõutud uuringuruumi idaosas Pa-4...7 ja Pa-9 alal, kus saavutati uuringuloas lubatud sügavus (10 m) ning kasulik kiht jätkub sügavuse suunas.

Φ	PHI - mm CONVERSION $\phi = \log_2 (d \text{ in mm})$ $1 \mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$		Fractional mm and Decimal Inches	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				ASTM No. (U.S. Standard)	Tyler Mesh No.		Quartz spheres	Natural sand	Spheres (Gibbs, 1971) cm/sec	Crushed	(Nevin, 1946)	(modified from Hjulstrom, 1939)
-8	256	10.1"		BOULDERS ($\geq -8\phi$)								200	1 m above bottom
-7	128	5.04"		COBBLES									
-6	64.0	2.52"			2 1/2"	2"						150	
-5	53.9			very coarse	2.12"	1 1/2"							
-4	45.3				1 1/2"	1 1/4"							
-3	33.1	1.26"		coarse	1.06"	1.05"							
-2	32.0				3/4"	.742"				100	50	100	
-1	26.9	0.63"		medium	5/8"	.525"				90	40	90	
0	22.6				1/2"	.525"				80	30	80	
1	17.0	0.32"		fine	7/16"	.371"				70	20	70	
2	16.0			Granules	3/8"	.371"				60	10	60	
3	13.4	0.16"		very fine	5/16"	.265"				50	5	50	
4	11.3				4	4				40	2	40	
5	9.52	0.08"		very coarse	5	5				30	1	30	
6	8.00			coarse	6	6				20	0.5	20	
7	6.73	0.04"		medium	7	7				10	0.25	10	
8	5.66			fine	8	8				5	0.125	5	
9	4.76				10	10				2	0.0625	2	
10	4.00	0.016"		very fine	12	12				1	0.03125	1	
11	3.36				14	14				0.5	0.015625	0.5	
12	2.83				16	16				0.25	0.0078125	0.25	
13	2.38				18	18				0.125	0.00390625	0.125	
14	2.00				20	20				0.0625	0.001953125	0.0625	
15	1.63				25	25				0.03125	0.0009765625	0.03125	
16	1.41				30	30				0.015625	0.00048828125	0.015625	
17	1.19				35	35				0.0078125	0.000244140625	0.0078125	
18	1.00				40	40				0.00390625	0.0001220703125	0.00390625	
19	.840				45	45				0.001953125	0.00006103515625	0.001953125	
20	.707				50	50				0.0009765625	0.000030517578125	0.0009765625	
21	.545				60	60				0.00048828125	0.0000152587890625	0.00048828125	
22	.500				70	70				0.000244140625	0.00000762939453125	0.000244140625	
23	.420				80	80				0.0001220703125	0.000003814697265625	0.0001220703125	
24	.354				100	100				0.00006103515625	0.0000019073486328125	0.00006103515625	
25	.297				120	120				0.000030517578125	0.00000095367431640625	0.000030517578125	
26	.250				140	140				0.0000152587890625	0.000000476837158203125	0.0000152587890625	
27	.210				160	160				0.00000762939453125	0.0000002384185791015625	0.00000762939453125	
28	.177				180	180				0.000003814697265625	0.00000011920928955078125	0.000003814697265625	
29	.149				200	200				0.0000019073486328125	0.000000059604644775390625	0.0000019073486328125	
30	.125				250	250				0.00000095367431640625	0.0000000298023223876953125	0.00000095367431640625	
31	.105				300	300				0.000000476837158203125	0.00000001490116119384765625	0.000000476837158203125	
32	.088				350	350				0.0000002384185791015625	0.000000007450580596923828125	0.0000002384185791015625	
33	.074				400	400				0.00000011920928955078125	0.0000000037252902984619140625	0.00000011920928955078125	
34	.062									0.000000059604644775390625	0.00000000186264514923095703125	0.000000059604644775390625	
35	.053									0.0000000298023223876953125	0.000000000931322574615478515625	0.0000000298023223876953125	
36	.044									0.00000001490116119384765625	0.0000000004706612873077392578125	0.00000001490116119384765625	
37	.037									0.000000007450580596923828125	0.00000000023533064365386962890625	0.000000007450580596923828125	
38	.031									0.0000000037252902984619140625	0.000000000117665321826934814453125	0.0000000037252902984619140625	
39	.02									0.00000000186264514923095703125	0.0000000000588326609134674071875	0.00000000186264514923095703125	
40	.016									0.000000000931322574615478515625	0.00000000002941633045673370359375	0.000000000931322574615478515625	
41	.008									0.0000000004706612873077392578125	0.000000000014708165228366851796875	0.0000000004706612873077392578125	
42	.004									0.00000000023533064365386962890625	0.0000000000073540826141834258984375	0.00000000023533064365386962890625	
43	.002									0.000000000117665321826934814453125	0.00000000000367704130709171294921875	0.000000000117665321826934814453125	
44	.001									0.0000000000588326609134674071875	0.000000000001838520653545856474609375	0.0000000000588326609134674071875	
45	.001									0.00000000002941633045673370359375	0.0000000000009192603267729282373046875	0.00000000002941633045673370359375	
46	.001									0.000000000014708165228366851796875	0.00000000000045963016338646411865234375	0.000000000014708165228366851796875	
47	.001									0.0000000000073540826141834258984375	0.000000000000229815081693232059326171875	0.0000000000073540826141834258984375	
48	.001									0.00000000000367704130709171294921875	0.0000000000001149075408466160296630859375	0.00000000000367704130709171294921875	
49	.001									0.000000000001838520653545856474609375	0.00000000000005745377042330801483154296875	0.000000000001838520653545856474609375	
50	.001									0.0000000000009192603267729282373046875	0.000000000000028726885211654007415771484375	0.0000000000009192603267729282373046875	
51	.001									0.00000000000045963016338646411865234375	0.0000000000000143634426058270037078857421875	0.00000000000045963016338646411865234375	
52	.001									0.000000000000229815081693232059326171875	0.00000000000000718172130291350185394287109375	0.000000000000229815081693232059326171875	
53	.001									0.0000000000001149075408466160296630859375	0.000000000000003590860651456750926971435546875	0.0000000000001149075408466160296630859375	
54	.001									0.00000000000005745377042330801483154296875	0.0000000000000017954303257283754634857177734375	0.00000000000005745377042330801483154296875	
55	.001									0.000000000000028726885211654007415771484375	0.00000000000000089771516286418773174285888671875	0.000000000000028726885211654007415771484375	
56	.001									0.0000000000000143634426058270037078857421875	0.0000000000000004488575814320938658714294434375	0.0000000000000143634426058270037078857421875	
57	.001									0.00000000000000718172130291350185394287109375	0.00000000000000022442879071604693293571472171875	0.00000000000000718172130291350185394287109375	
58	.001									0.000000000000003590860651456750926971435546875	0.000000000000000112214395358023466467857360888671875	0.000000000000003590860651456750926971435546875	
59	.001									0.0000000000000017954303257283754634857177734375	0.00000000000000005610719767901173323392868044434375	0.0000000000000017954303257283754634857177734375	
60	.001									0.00000000000000089771516286418773174285888671875	0.000000000000000028053598839505866616964340222171875	0.00000000000000089771516286418773174285888671875	
61	.001									0.0000000000000004488575814320938658714294434375	0.00000000000000001402679941975293330848217011109375	0.0000000000000004488575814320938658714294434375	
62	.001									0.00000000000000022442879071604693293571472171875	0.000000000000000007013399709876466654241085055546875	0.00000000000000022442879071604693293571472171875	
63	.001									0.000000000000000112214395358023466467857360888671875	0.0000000000000000035066998549382333271205425277734375	0.000000000000000112214395358023466467857360888671875	
64	.001									0.00000000000000005610719767901173323392868044434375	0.00000000000000000175334992746911666356027126388671875	0.00000000000000005610719767901173323392868044434375	
65	.001									0.000000000000000028053598839505866616964340222171875	0.0000000000000000008766749637345583317801356319434375	0.000000000000000028053598839505866616964340222171875	
66	.001									0.00000000000000001402679941975293330848217011109375	0.00000000000000000043833748186727916589006781597171875	0.00000000000000001402679941975293330848217011109375	
67	.001									0.000000000000000007013399709876466654241085055546875	0.000000000000000000219168740933639582945033907985888671875	0.000000000000000007013399709876466654241085055546875	
68	.001									0.0000000000000000035066998549382333271205425277734375	0.000000000000000000109584370466819791472516953989434375	0.0000000000000000035066998549382333271205425277734375	
69	.001									0.00000000000000000175334992746911666356027126388671875	0.0000000000000000000547921852334098957362584769947171875	0.00000000000000000175334992746911666356027126388671875	
70	.001												

3. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD

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

Geoloogilise uuringu käigus puuriti Kandle uuringuruumi 2025. aasta augustis kokku 15 puurauku (Pa-1...15) sügavusega 2,6 – 10,0 m ning kogumetraažiga 119,1 m (tekstilisa 1). Puuraugud puuriti puurmasinaga Geomachine GM 65 GTT. Kandle uuringuruumi puuraukude vahekaugus on 85 – 165 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 30 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 filtratsioonimoodul (EVS-EN 901-20), 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. Filtratsioonimoodul määrati kahes proovis 0-4 mm suurusega liiva fraktsioonist. Kandle uuringuruumi loodusliku materjali lõimis on esitatud tekstilisas 6. Laboriproovide katseprotokolli koopia on toodud tekstilisas 7.

Kameraaltööde käigus tehti laboriandmete põhjal väliandmete töötlus, hinnati materjali kasutuskõlblikkust ning arvutati ehitusliiva varu. 2025. aasta augustis rajatud uuringupunktide andmetele tuginedes joonistati varu arvutuse alale neli 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. Väljatrükkiks 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. Kümnes puuraugus jõuti kasuliku kihi lamamini, viies puuraugus (Pa-4...7 ja Pa-9) jõuti geoloogilise uuringu loaga lubatud uuringusügavuseni (10 m) ning seal jätkub kasulik kiht sügavuse suunas.

4. UURITUD ALA LÜHIISELOOMUSTUS

Materjali kvalitatiivne iseloomustus on antud ja tarbevaru on arvutatud käesoleva töö käigus Kandle uuringuruumis kahe plokina:

- plokk 1 (ehitusliiva aktiivne tarbevaru ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 18,14 ha pindalal 363 tuh m³;
- plokk 2 (ehitusliiva aktiivne tarbevaru allpool uuringuaegset põhjavee taset) 18,14 pindalal 1019 tuh m³.

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

Aktiivse tarbevaru plokk 1 kattub täielikult uuringuruumi piiriga ning selle lamam asub absoluutkõrgusel 59,5 m, mis ühtib keskmise põhjavee tasemega. Aktiivse tarbevaru plokk 2 kattub samuti uuringuruumi piiriga ning selle lamam on piiritletud kasuliku kihi piiride või uuringuloas märgitud maksimaalse uurimissügavusega (10,0 m). Nii plokk 1 kui plokk 2 on määratud kihti avavate ja läbivate uuringupunktide materjali kvalitatiivse iseloomustuse järgi. Tekstilisas 5 on esitatud aktiivse tarbevaru arvutamisel kasutatud plokkide lamami absoluutkõrgused kõigis uuringupunktides ja varu kontuurimise punktides. Varuplokkide moodustamisel kasutatud materjali kvalitatiivne iseloomustus on toodud järgmises peatükis.

4.1. Materjali kvalitatiivne iseloomustus

Kasuliku kihi moodustab Kandle uuringuruumis eriteraline liiv. Materjali kvalitatiivsel iseloomustamisel ja varu arvutamisel on kasutatud käesoleva uuringu käigus kogutud 30 proovi andmeid, mida on võrreldud keskkonnaministri 17.12.2018 määruses nr 52 esitatud liiva ja kruusa kasutusalaade 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" § 29 tulenevalt on liiva ja kruusa kasutusalaade määramise nõuded järgmised:

- tehnoloogiline liiv – SiO₂ sisaldus ei tohi olla alla 95%, Al₂O₃ sisaldus ei tohi olla üle 4% ega Fe₂O₃ 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 määrang killustikust fraktsiooni suurusega 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 30 proovi, millest neli proovi vastas savi- ja tolmuosakeste (<0,063 mm) sisalduse osas täiteliiva nõuetele ning 26 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. Täiteliiva kvaliteedinõuetele vastavaid proove on väga vähe ning need paiknevad uuringuruumis hajusalt. Lähtudes kogu uuringuruumi maavara keskmistest kvaliteedinäitajatest, tehakse ettepanek Kandle uuringuruumi varu arvele võtta kahe plokina ehitusliiva kategoorias.

Kandle uuringuruumist võeti kaks proovi uuringuruumi erinevatest servadest filtratsioonimooduli määramiseks: proov 3-2 (1,1 m/ööp) ning proov 8-2 (0,8 m/ööp). Kasuliku kihi laboranalüüside tulemused on esitatud tekstilis 6 (Kandle uuringuruumi loodusliku materjali lõimise). Tabelis 1 on esitatud Kandle uuringuruumi (ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokki 1 ja 2) laboranalüüside põhinäitajad.

Tabel 1. Kandle uuringuruumi laboranalüüside põhinäitajad

Näitaja	Kandle uuringuruum		
	Minimaalne	Maksimaalne	Kaalutud keskmine
Looduslik materjal plokki 1 EL aT piires			
Osakeste läbimõõduga >31,5 mm sisaldus (%) (kruusa sisaldus kokku),	0,0	0,0	0,0
Osakeste läbimõõduga <31,5 mm sisaldus (%) (liiva sisaldus kokku),	100,0	100,0	100,0
sealhulgas savi- ja tolmuosakeste sisaldus (%)	2,5	19,2	4,7
Looduslik materjal plokki 2 EL aT piires			
Osakeste läbimõõduga >31,5 mm sisaldus (%) (kruusa sisaldus kokku),	0,0	0,0	0,0
Osakeste läbimõõduga <31,5 mm sisaldus (%) (liiva sisaldus kokku),	100,0	100,0	100,0
sealhulgas savi- ja tolmuosakeste sisaldus (%)	3,3	7,1	4,2

Kandle uuringuruumi materjal vastab ehitusliiva kvaliteedinõuetele.

Plokk 1 materjal on hästi sorteeritud, milles domineerib peene- kuni keskteralise liiva (0,125 – 0,5 mm) terasuurusega osis. Materjalis puudub täielikult kruusaosis ning peenosise (>0,063 mm) sisaldus on väike (keskmiselt 4,7%), olles kõrgem (kuni 19,2%) vaid ühest uuringupunktist võetud proovis.

Plokk 2 materjal on väga hästi sorteeritud, milles domineerib peeneteralise liiva (0,125 – 0,25 mm) terasuurusega osis. Materjalis puudub täielikult kruusaosis ning peenosise (>0,063 mm) sisaldus on väike (3,3 – 7,1%, keskmiselt 4,2%).

Uuringuruumi ehitusliiv sobib kasutamiseks tsiviilehituses erinevate ehitussegude koostises ning asfaltbetooni ja kruusateede katendite jaoks kruusasegude koostamiseks. Materjali filtratsiooniomadused on sobilikud teedehituses drenkihi ehitamiseks.

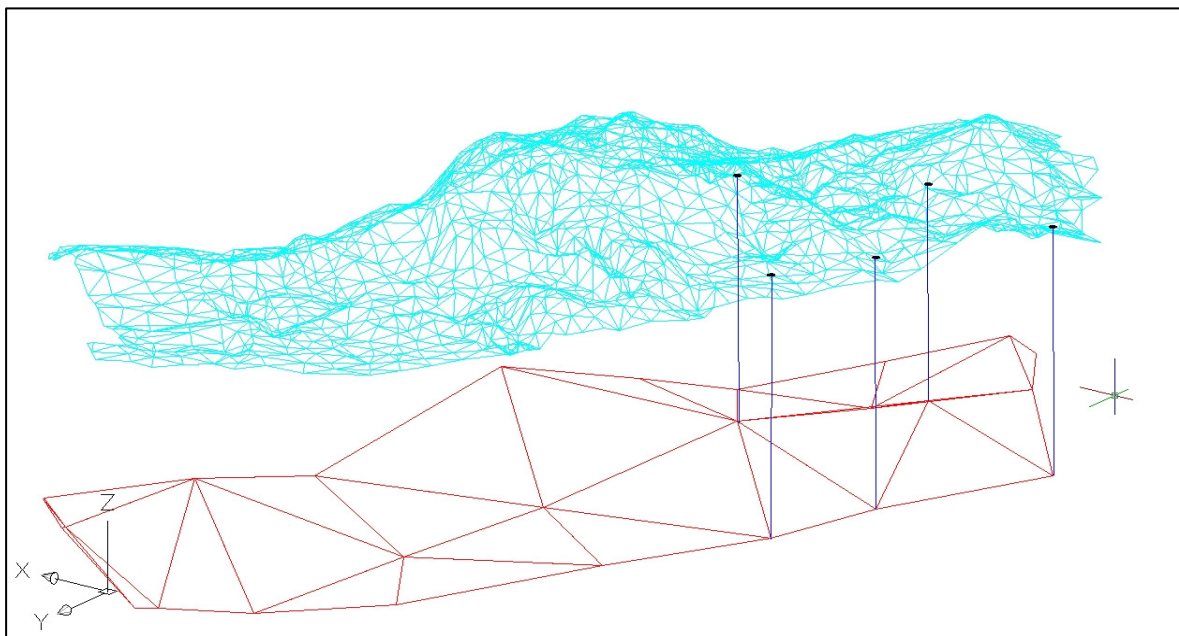
4.2. Varu arvutus

Kandle uuringuruumi varu on arvatud kahe plokina (plokk 1 ja 2) ehitusliiva aktiivse tarbevaru kategoorias. Plokk 1 asub ülalpool uuringuaegset põhjavee taset ning plokk 2 asub allpool uuringuaegset põhjavee taset.

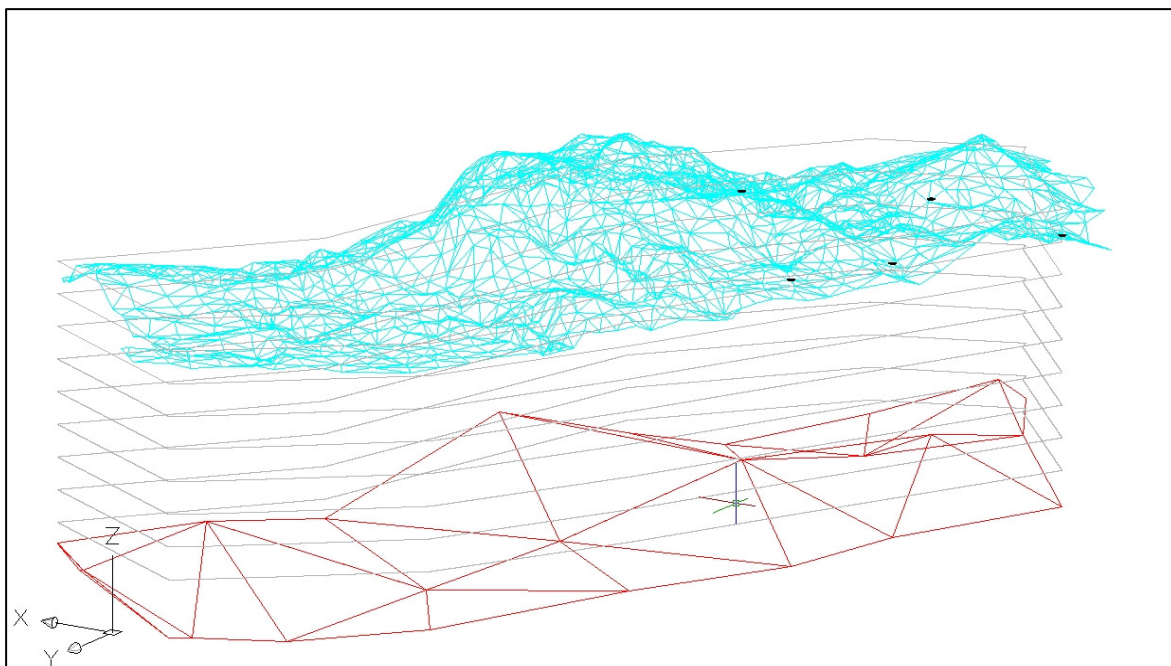
Varu arvutuse aluseks olnud materjalid:

- Kandle uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan mõõtkavas 1:1000 (graafiline lisa 1);
- geoloogilised läbilõiked I – I' kuni IV – IV', 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.

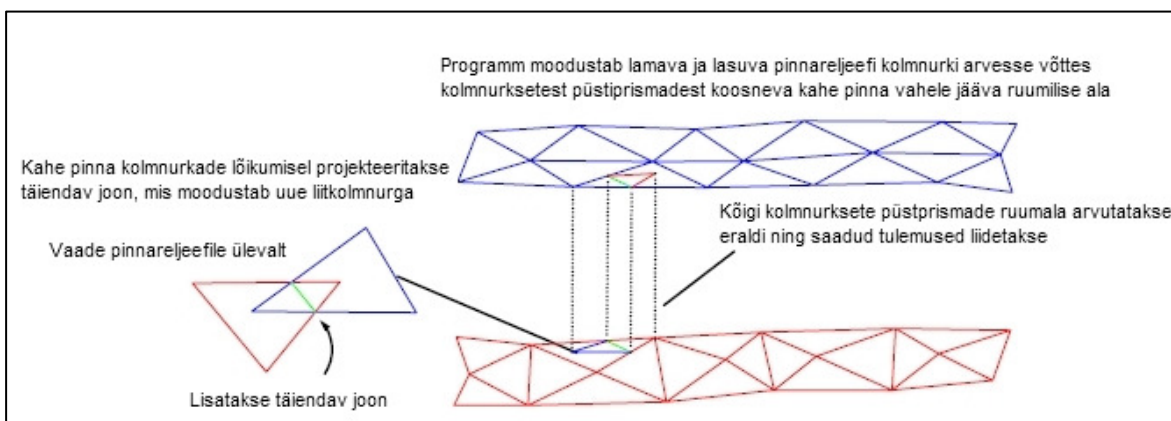


Joonis 2. Mahuarvutuse selgitus.



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

Varu arvutuse tulemus:

Ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 1 (varu ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 18,14 ha pindalal kokku on 362 381 m³ (362 tuh m³).

Kasuliku kihi keskmine paksus on 2,0 m (arvutiprogrammis AutoCAD määratud varu alusel $362\,381\text{ m}^3 : 181\,397\text{ m}^2 = 2,0\text{ m}$).

Ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 2 (varu allpool uuringuaegset põhjavee taset) 18,14 ha pindalal kokku on 1 019 382 m³ (1019 tuh m³).

Kasuliku kihi keskmine paksus on 5,6 m (arvutiprogrammis AutoCAD määratud varu alusel $1\,019\,382\text{ m}^3 : 181\,397\text{ m}^2 = 5,6\text{ m}$).

Kattekihi moodustab Kandle uuringuruumis **huumus** ning kohati huumuskihi all paiknev **orgaanikasegune liiv**. Käesolevas katendi arvutuses käsitletakse mõlemat elementi koos, **mulla (kasvukiht)** mõiste all.

Mulla (kasvukihi) maht Kandle uuringuruumis pindalal 18,14 ha on kokku 39 868 m³ (40 tuh m³).

Mulla (kasvukihi) keskmine paksus on 0,2 m (arvutiprogrammis AutoCAD määratud mahu alusel $39\,868\text{ m}^3 : 181\,397\text{ m}^2 = 0,2\text{ m}$).

4.3. Hüdrogeoloogilised tingimused

Kandle uuringuruumis avati 2025. aasta augustis põhjavesi kõikides puuraukudes, maapinnast 0,9 – 2,3 m sügavusel, absoluutkõrgusel 58,2 – 60,3 m.

Põhjavee tase uuringuruumis järgib üldist maapinna reljeefi, olles kõrgem uuringuruumi lõunaosas ning langedes mõnevõrra madalamale põhja suunas. Uuringuruumi põhjaservas asuvas, ilmselt varasema kaevandamistegevuse tulemusel moodustunud süvendis mõõdeti geoloogilise uuringu käigus veetasemeks 58,3 m. Tuginedes 2025. aastal puuraukudes ja varasemalt kaevandatud süvendis mõõdetud veetasemele, on keskmine põhjavee taseme absoluutkõrgus uuringuruumi alal 58,5 m.

4.4. Mäendustingimused

Kandle uuringuruumi mäetehnilised tingimused on rahuldavad. Kattekiht on valdavalt õhuke ja maavarale on hea juurdepääs. Kaevandatava maavarakihi paksus ülalpool põhjavee taset on kuni 2,9 m (keskmine paksus 2,0 m) ning seda saab kaevandada ühes astmes. Allpool põhjavee taset asuva varukihi paksus on kuni 9,0 m (keskmine paksus 5,6 m) Veealust varu kaevandatakse kas ekskavaatoritega kuni ammutussügavuseni või pinnasepumbaga.

Juurdepääs tulevasele karjäärile on rahuldav, materjali väljaveoks saab kasutada metsateed (ETAK tunnus 5104283), mis ühendab uuringuruumi Võle-Vainupea-Kunda kõrvalmaanteega nr 17170. Kinnitamiseks esitatakse ja kaevandama hakatakse ehitusliiva varu, mis asub nii ülal- kui ka allpool 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 soovitustest, 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 kujuneb karjäärialale veekogu.

5. KESKKONNAMÕJU HINDAMINE

5.1. Uuringu keskkonnamõju hinnang

Kandle uuringuruumi teenindusala piires ja vahetus läheduses ei asu Natura 2000 linnu- ja loodusalasid, looduskaitsealasid, kaitstavaid looduse üksikobjekte ja kultuurimälestisi ning nende kaitsevööndit. Lähim kaitseala, Noonu hoiuala (EELIS kood KLO2000345), asub uuringuruumist lähimas punktis ca 590 m kaugusel lääne suunas. Noonu hoiualaga samades piirides asub Natura 2000 võrgustiku Noonu loodusala (EELIS kood RAH0000680). Geoloogilise uuringu välitööl puudus mõju Natura 2000 võrgustiku aladele ja looduskaitsealadele.

Geoloogilise uuringu käigus puuritud puuraugud likvideeriti pinnasega täitmise teel kohe pärast proovide võtmist ja geoloogilise läbilõike kirjeldamist. Puuraukude 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 Kandle 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 kütuselekke kõrvaldamise vahendid. Mäeeraldisel teenindusmaa piires on keelatud prügi maha panek. Karjääris võib tekkida igapäevase töö käigus olmejäätmeid, mida peab käitlema vastavalt kehtivatele seadustele.

Liiva kaevandamisel on peamisteks 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 kujuneb karjäärialale veekogu.

6. KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli AS Tariston tellimusel välja selgitada Lääne-Virumaal Haljala vallas Kandle külas asuva Kandle uuringuruumi maavara varu maht, kvaliteet ja kaevetingimused.

Geoloogilise uuringu tulemusena arutati Kandle uuringuruumis ehitusliiva aktiivne tarbevaru kahe plokina:

- ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 1 (varu ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 18,14 ha pindalal 362 tuh m³;
- ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 2 (varu allpool uuringuaegset põhjavee taset) 18,14 ha pindalal 1 019 tuh m³.

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

Kuna maavarade registris Kandle uuringuruumi alal või vahetus läheduses liivamaardla puudub, esitatakse geoloogilise uuringu aruande lisana uue maardla (Kandle liivamaardla) registrikaardi projekt (tekstilisa 11).

Geoloog: Tanel Mäger
/allkirjastatud digitaalselt/

7. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Suuroja, K., Ploom, K., Mardim, T., All, T., Otsmaa, M., Veski, A. **Baaskaardi Rakvere (6434) lehe geoloogilise kaardikomplekti koostamine ja digitaalse andmebaasi loomine.** Eesti Geoloogiakeskus, Rakvere 2006. EGF aruande nr 7812 [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 17.09.2025) [2].
3. Roosve, H., Mooser, M., Rahumäe, V. **Aruanne kruusa ja liiva otsingutöödest Rakvere Kolhooside Ehituskontorile.** Põllumajandusprojekt, Tallinn, 1984. EGF aruande nr 4104 [3].

TEKSTILISAD