

**OÜ J.Viru Markšeideribüroo**

Töö nr 23280

## **Aruanne**

### **Rapla maakonnas Hertu II uuringuruumis tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 13.02.2024)**

Tallinn 2024



## ANNOTATSIOON

Nirgi, T. 2024. **Aruanne Rapla maakonnas Hertu II uuringuruumis tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 13.02.2024)**. Teksti 23 lk, 14 tekstilisa, 2 graafilist lisa. OÜ J.Viru Markšeideribüroo.

Hertu II uuringuruumi teenindusala pindalaga 18,82 ha asub Raplamaal Kehtna vallas Pae külas. Käesolevaga on teostatud alal geoloogiline uuring eesmärgiga välja selgitada seal leviva materjali omadused (kvaliteet, kogus ja kaevandamistingimused) tasemel, mis lubaks hinnata maavaravaru aktiivse tarbevaruna. Aktiivse tarbevaru kinnitamisel soovib arendaja taotleda alale maavara kaevandamise luba.

Geoloogilise uuringu käigus viidi läbi uuringuala geodeetiline mõõdistamine ja rajati 19 kaevandit, millest võeti proovid materjali terastikulise koostise ja füüsikalise-mehaaniliste omaduste hindamiseks. Kasuliku kihi moodustab muutliku koostisega glatsiofluviaalse tekkega lasund, mille materjal varieerub peeneteralisest liivast veeriselise kruusani. Ka materjali peenosisesisaldus on väga muutlik. Uuringuruumi loodeosas kiildub kasulik kiht välja. Osa kasulikust kihist paikneb keskmisest põhjaveetasemest (61,36 abs m) ülal- ja osa allpool.

Maavaravaru maht on arvutatud arvutiprogrammiga 3D-mudelite abil, kahes ploki. Käesolevas töös käsitletava ala uurituse tase, materjali kvaliteet, topograafiline alus, majanduslik otstarbekus ja mäenduslikud tingimused võimaldavad sealse varu klassifitseerida täiteliiva aktiivse tarbevaruna.

**Hertu II uuringuruumi geoloogilise uuringu tulemusena esitatakse maavarade registri vastutavale töötlejale Hertu maardlas kinnitamiseks järgmised maavaravarud:**

- **täiteliiva aktiivne tarbevaru 378 tuh m<sup>3</sup> pindalal 16,45 ha, ülalpool keskmist põhjaveetaset (plokk 5);**
- **täiteliiva aktiivne tarbevaru 168 tuh m<sup>3</sup> pindalal 16,45 ha, allpool keskmist põhjaveetaset (plokk 6, ploki 5 lamamis).**

Koostas: T. Nirgi

*/allkirjastatud digitaalselt/*

Võtmesõnad: Rapla maakond, Kehtna vald, Hertu maardla, Hertu II uuringuruum, täiteliiv, aktiivne tarbevaru



## SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	5
1. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS JA VARASEM UURITUS .....	6
2. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD .....	9
2.1. Puuraukude rajamine .....	9
2.2. Proovide võtmine .....	9
2.3. Laboratoorsed uuringud .....	9
2.4. Topotööd .....	10
2.5. Kameraaltööd .....	10
3. UURINGURUUMI GEOLOOGILINE EHITUS JA HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED .....	11
4. MAAVARA KVALITEET .....	15
5. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED .....	17
6. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED JA KESKKONNAKAITSE .....	19
7. VARU ARVUTUS .....	20
KOKKUVÕTE .....	22
KASUTATUD KIRJANDUS .....	23

## TEKSTILISAD

1. Geoloogilise uuringu luba nr L.MU/519725
2. Uuringupunktide kataloog
3. Uuringupunktide geoloogiline kirjeldus
4. Labori katseprotokollid
5. Loodusliku materjali terastikuline koostis
6. Uuringupunktide likvideerimise akt
7. Keskkonnaameti korraldus uuritud maa korrastamise akti heakskiitmise kohta
8. Lamami konstrueerimisel kasutatud andmed
9. Mahuarvutuste väljavõte
10. Geodeetiliste tööde seletuskiri
11. Lähimate majapidamiste kaevude vee kvaliteediuuring
12. RMK kooskõlastus
13. Tellija arvamus tehtud tööde kohta ja volitus töö esitamiseks
14. Maa-ameti peadirektori korraldus varu kinnitamise kohta

## GRAAFILISED LISAD

1. Topograafiline ja varu arvutuse plaan M 1:2000;
2. Geoloogilised läbilõiked I-I'–V-V' M<sub>hor</sub> 1:2000, M<sub>vert</sub> 1:100.



## **ELEKTROONILISED LISAD**

1. Maavara plokkide ruumikujud ala-tüüpi ruumiobjektina (.dgn);
2. Maavara katendi lamami samakõrgusjooned joon-tüüpi ruumiobjektina (.dgn);
3. Maavara lamami samakõrgusjooned joon-tüüpi ruumiobjektina (.dgn);
4. Topograafiline ja varu arvutuse plaan TIFF-formaadis;
5. Geoloogilised läbilõiked TIFF-formaadis.



## SISSEJUHATUS

Geoloogilised tööd Rapla maakonnas Hertu II uuringuruumis viis läbi OÜ J.Viru Markšeideribüroo Tariston AS tellimisel ning Keskkonnaameti 19.12.2023. a korraldusega nr DM-126429-3 väljastatud geoloogilise uuringu loa nr L.MU/519725 alusel (Lisa 1). Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada Hertu II uuringuruumis (pindala 18,82 ha) leviva materjali omadused (kvaliteet, kogus ja kaevandamistingimused) tasemel, mis lubaks hinnata maavara aktiivse tarbevaruna. Aktiivse tarbevaru kinnitamisel soovib arendaja taotleda alale maavara kaevandamise luba.

Uuringu käigus võeti proovid materjali granulomeetrilise koostise, purunemiskindluse ja filtratsioonimooduli määramiseks. Vastavad katsed viidi läbi AS Teede Tehnokeskuse laboratooriumis. Uuringu tegemisel juhinduti keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks”. Maavaravaru mahu arvutamisel kasutati alale rajatud uuringupunktide andmeid. Uuritud materjal on kogu uuringuruumi piires väga eriilmelise koostisega ning maavaravaru paiknes välitöö teostamise ajal nii allpool kui ka ülalpool pinnaseveetaset.

Hertu II uuringuruumi teenindusala geodeetiline mõõdistus teostati OÜ J.Viru Markšeideribüroo poolt (vastutaja T. Kattel, markšeideri kutsetunnistus nr 146483). Geoloogilised välitööd (sh proovide võtmine) viis läbi ning aruande sh, tabelid ja graafilised lisad, koostas geoloog T. Nirgi.



## 1. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS JA VARASEM UURITUS

Hertu II uuringuruum pindalaga 18,82 ha asub Pae külas, Kehtna vallas, Rapla maakonnas. See jääb Rapla linnast ca 1 km kaugusele kagu suunda, Kaepere alevikust ca 1,6 km kaugusele kirde suunda ning kohaliku Pae tee nr 2921006 3. kilomeetripunktist ca 860 m kaugusele läände. Lähim asula on Valtu, mis asub vahetult lääne suunas. Uuringuruum paikneb riigiomandis olevatel katastriüksustel Vahastu metskond 99 (tunnus: 29201:002:0880), Vahastu metskond 101 (tunnus: 29201:002:0890) ja Künnivarese (tunnus: 29201:002:0110). Ala kattub osaliselt kunagise Mäepere karjääriga, millel on jäänud maavara ammendamata ning karjääriala ei ole lõpuni korrastatud.



Joonis 1. Uuringuruumi paiknemine Maa-ameti kaardi taustal.

Uuringuruumi teenindusalaist lõunas, idas ja läänes jätkub osaliselt katastriüksus Vahastu metskond 99. Keskosas jätkub ida suunas katastriüksus Vahastu metskond 101 ja lääne suunas katastriüksus Künnivarese. Põhja pool on külgnemine katastriüksustega Tamme (tunnus: 66904:002:0062), 6690761 Prügila tee L2 (tunnus: 66901:001:0812) ja Seljamäe (tunnus: 66904:002:0096) ning lõunas Vee kinnistuga (tunnus: 29201:002:0440). Uuringuruumi teenindusala põhjaosal kulgeb metsatee Prügila tee (nr 6690761), mis lõiguti on metsatee ja lõiguti avalikus kasutuses olev kohalik tee. Uuringuruumi teenindusala põhjaosal on tegemist suures osas metsateega, mis on väljaveoteeks Hertu kruusakarjäärile. Tee kulgeb põhja poole, Juuru-Rapla kõrvalmaanteeni (nr 20117).

Käsitletav ala on osaliselt kaetud metsaga ja osaliselt rohumaa (Foto 1). Uuringuruumi põhja- ja keskosas on varasemalt kruusa ja liiva kaevandatud, mistõttu on maapind osaliselt juba rikutud, kuid teadaolevalt korrastamata.





*Foto 1: Väljavõte Maa-ameti 19.05.2023. a kaldaerofotost. Vaade Hertu II uuringuruumile ja Hertu kruusakarjäärile lõunast. Uuringuruumi piir on kujutatud skemaatiliselt.*

Hertu II uuringuruumi teenindusala loodenurgast ca 8 m kaugusel asub maaparandussüsteem Mitsurini puuviljaaed1 (vid: 5111040040010001). Ca 50–80 m kaugusel kirde ja ida suunas paiknevad maaparandussüsteem Valtu2 (vid: 5111040040040003) ja selle eesvool (vid: 51110400400400031M), uuringuruumi kaguosast ca 70 m kaugusel maaparandussüsteem Hertu1 (vid: 5111040040040001) ja lõunaosast ca 60 m kaugusel selle eesvool (vid: 51110400400400011M).

Uuringuruumi läänepiirist ca 16 m kaugusel kulgevad elektrimaakaabelliinid KEAVA:RAP (vid: KKL6038611) ja AHXAMK-W.3x240+35Cu 24Kv (vid: 333275995 ja 333275997). Elektrimaakaabelliinide kaitsevöönd on teljest 1 m. Uuringuruumi teenindusala piirneb läänes laiarööpalise raudtee kaitsevööndiga (vid: 6147273), ca 85 m kaugusel lõuna pool asub geodeetilise võrgu punkt (vid: 92554) ning ca 75 m kaugusele itta jääb Kesk-Eesti üldgeoloogilise kaardistamise ala (vid: U1225).

Uuringuruumi ei jää Natura 2000 võrgustiku- ega mõnda teist looduskaitsepiirangutega ala. Samuti puuduvad uuringuruumi mõjualas arheoloogilise väärtusega alad ning ajaloo- ja kultuurimälestised. Lähimad vääriselupaigad paiknevad Hertu II uuringuruumi põhjaosast ca 80 m kaugusel idas (vep nr 124002; vid: VEP124002) ja lõunaosast ca 95 m kaugusel edelas (vep nr 204722; vid: VEP204722). Uuringuruumist 1 km raadiusesse jääb II kaitsekategooria loomaliike.



Hertu maardlat (registrikaart nr 861) on varemgi uuritud, sh osaleselt Hertu II uuringuruumiga kattuvat ala. Siiski ei kattu Hertu II uuringuruumi teenindusala arvel oleva maavaravaruga.

- 1983. aastal tegi RPI „Eesti Põllumajandusprojekt“ geoloogilise uuringu tollase Mäepere karjääri alal, mis katab ka Hertu II uuringuruumi põhjapoolset osa (Mardla 1983). Uuringu käigus rajati 11 puurauku üldmetraažiga 59,3 m. Kasuliku kihi moodustas veeriseline kruus ülipeene- kuni peeneteralise liiva vahekihtidega ning kasuliku kihi lamamina kirjeldati moreeni. Kasuliku kihi paksus mõõdeti kuni 8 m, katendi paksus kuni 0,3 m. Kasuliku kihi lamamil esines pinnasevesi, mille kõrguseks mõõdeti 61–62,9 abs m (BK77 kõrgussüsteemis).

Käesolevas töös on informatiivsena näidatud 1983. a uuringu puurauke, mille ulatus ei ole tänaseks ammendunud. Kuna puuraukude asukohad ja kõrgused on digitaliseeritud vana plaanimaterjali alusel, võivad need olla mõnevõrra oma tegelikest asukohtadest nihkes, mistõttu ei kasutatud nende andmeid varu arvutuse jaoks vajalike mudeltasapindade koostamisel.

- 2009. aastal tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER geoloogilise uuringu Hertu uuringuruumis, Hertu II uuringuruumist vahetult idas. Uuringuruumi põhjaosas oli maavara osaliselt juba kaevandatud. Uuringuga rajati 15 kaevandit üldmertaaziga 55,9 m, sh kolm vana karjääri seinapuhastust. Kasulik kiht oli uuringu alal muutlik, hõlmates materjali veeristerohkest kruusast puhta ülipeene liivani. Kasuliku kihi paksus jäi vahemikku 2,7–5,2 m. Lamamiseks oli sinakas- või pruunikashallikirju liivisavi või vähese jämepeurruga liivisavi. Lamamisse ulatusid vaid kaks kaevandit ja lisaks kirjeldati veel kahe kaevandi lõpus moreenipinna paljandumist. Seetõttu on tõenäoline, et mitmel pool kasuliku kiht sügavuti jätkub. Katendi moodustas kasvukiht ja selle all lasunud ülipeeneteraline orgaanikarikas punakaspruun liiv või kollakaspruun saviliiv. Katendi paksus varieerus vahemikus 0,1–2,6 m (keskmiselt 0,5 m), millest kasvukihi paksus oli maksimaalselt kuni 0,2 m. Käesolevas töös on kasutatud Hertu II uuringuruumile lähimate 2009. a kaevandite andmeid.

2009. aasta uuringuga arvele võetud alal asub praegu Hertu kruusakarjäär pindalaga 6,25 ha (keskkonnakaitse nr Rapm-073, loa omaja Riigimetsa Majandamise Keskus, kehtiv kuni 27.01.2027). Karjääris kaevandatakse ehituskruusa aktiivse tarbevaru plokke 1 ja 3 ning ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokke 2 ja 4. Plokid 1 ja 2 moodustati tollase uuringuga määratud keskmisest veetasemest, 63,21 abs m, ülalpool ning plokid 3 ja 4 allpool. Plokkide mahud on arvutatud protsentuaalselt. Hertu kruusakarjääri 17.10.2023. a mõõdistuse alusel on karjääri põhi praeguseks mitmel pool hinnangulisest veetasemest enam kui meetri allpool, aga kuiv (OÜ J.Viru Markšeideribüroo, töö nr 23210).



## **2. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD**

### **2.1. Kaevandite rajamine**

Geoloogilise uuringu välitööde käigus 13.02.2024. a rajati kokku 18 kaevandit (K01–K18) ja üks nõlvapuhastus (K10n) sügavusega 2,8–6,0 m, üldmetraažiga 85,7 m (Lisad 2 ja 3). Kaevandid rajati roomikekskavaatoriga Kobelco New Holland E215, mille tegelik kaevesügavus on kuni 6,0 m. Uuringuvõrk oli ühtlane, kaevanditevahelised kaugused ei ületanud 200 m.

Kaevandite rajamisel paigutati tõsted maapinnale ekskavaatori kõrvale. Proovimiseks vajalikud tõsted asetati eraldi. Uuringupunktidest võeti proovid, et määrata materjali granulomeetiline koostis ja katsetada selle füüsikalisi-mehaanilisi omadusi. Kõigist uuringupunktidest, v.a K12, võeti proove laborianalüüsideks.

Kaevandid likvideeriti vahetult pärast geoloogilise läbilõike kirjeldamist ja proovide võtmist väljatõstetud materjaliga. Kaevandite ümbrus korrastati uuringueelsesesse seisundisse ning selle kohta koostati vastavasisuline akt (Lisa 6), mis Keskkonnaameti 05.04.2024. a korraldusega nr DM-128004-2 ka heaks kiideti (Lisa 7).

### **2.2. Proovide võtmine**

Proovid võeti kaevanditest massiproovi võtmise meetodil vahedeta lasundi täiest avatud paksusest. Ekskavaator kaevas materjali 0,5–1 meetri kaupa ja asetaski iga kaevatud intervalli materjali maha eraldi proovimiseks. Seda korraldati avatava kasuliku kihi lõpuni. Eraldi tõstetud proovitav materjal vähendati kvarteerimise teel. Litoloogiliselt ühtlase koostisega tõstete vähendatud materjal ühendati koondprooviks ja see omakorda vähendati kvarteerimise teel. Kruusa proovide kaal jäi vahemikku 20–40 kg, liiva ja kruusliiva proovide kaal 3–10 kg.

Materjali granulomeetrilise koostise määramiseks võeti kokku 31 proovi üldmetraažiga 65,9 m. Proovide pikkus varieerus vahemikus 1,0–3,2 m (keskmine 2,1 m). Lisaks võeti kahest kaevandist (K04 ja K11) proovid materjali purunemiskindluse hindamiseks (Los Angelese katse) ja kahest kaevandist (K09 ja K13) filtratsioonimooduli määramiseks. Kaevandist K12 uuringu käigus proove ei võetud, kuna seal kasulik kiht puudus.

Proovidest ülejäänud materjal kasutati kaevandite likvideerimiseks.

### **2.3. Laboratoorsed uuringud**

Geoloogiliste välitööde käigus võetud proovid viidi analüüsimiseks AS Teede Tehnokeskuse laboratooriumisse. Proovide lõimise määramisel ja laboriandmete töötlemisel juhenduti keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks”.

Materjali granulomeetrilise koostise määramiseks (lõimiseanalüüsiks) kasutati standardile EVS-EN 933-1 vastavat sõelrida (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. Sõelumine tehti märjalt (akrediteeritud katse) kogu proovi materjalist.



Filtratsioonianalüüs teostati lähtudes standardist EVS 901-20 ning purunemiskindlus Los Angelese trumlis lähtudes standardist EVS-EN 1097-2:2020. Labori katseprotokoll on esitatud lisa 4.

#### **2.4. Topotööd**

Topograafiline mõõdistamine teostati Hertu II uuringuruumis OÜ J.Viru Markšeideribüroo poolt 13.02.2024. Mõõdistamine teostati GPS-iga reaajas mõõdistamise teel ning selleks kasutati liikuvjaama Trimble R8 GNSS. Koordinaadid on L-Est'97 süsteemis ja kõrgused on EH2000 süsteemis. Lähtepunktide mõõdistamisel kasutati Trimble VRS Now püsijaamade võrku.

Hertu II uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan mõõtkavas 1:2000 on tehtud arvutiprogrammiga Bentley PowerCivil for Baltics V8i. Samuti koostati Hertu II uuringuruumi maapinna 3D mudel arvutiprogrammi Bentley PowerCivil for Baltics V8i triangulatsiooni interpoleerimismeetodiga, kasutades ala mõõdistuse andmeid. Täiendavaid andmeid uuringuruumi topotööde kohta on võimalik saada geodeetiliste tööde seletuskirjast (Lisa 10).

#### **2.5. Kameraaltööd**

Kameraaltööde käigus töötati läbi nii 2024. a välitöödel kogutud materjal ja laborianalüüsides andmestik kui ka varasemate uuringute tulemused. Maavara granulomeetrilise koostise näitajad kaevandites arvutati kaalutud keskmise meetodil. Tulemused on toodud tekstilisas 5. Kasuliku kihi materjali kvaliteeti hinnati vastavalt keskkonnaministri 17.12.2018. a määruses nr 52 kinnitatud sätetele.

Maavaravaru maht arvutati kahes pindalaliselt kattavas plokis lähtuvalt materjali paiknemisest keskmise põhjaveetaseme suhtes. Plokkide paiknemine on näidatud graafilistel lisadel 1 ja 2. Maavara mahtude arvutamiseks koostati geoloogilistele andmetele tuginedes lamami 3D mudelid, kasutades valdavalt triangulatsiooni interpoleerimismeetodit, kuid plokkide servades ka andmete ekstrapoleerimist. Aruande graafilised lisad on koostatud arvutiprogrammis Bentley PowerCivil for Baltics V8i.



### 3. UURINGURUUMI GEOLOOGILINE EHITUS

Hertu II uuringuruum paikneb Harju lavamaa lõunaosas, Raudalu–Ohekatku oosidesüsteemi loode-kagusuunalisel seljandikul, mille maapinnakõrgused on Maa-ameti kaardirakenduse andmetel vahemikus 63,5–68,9 abs m. Pinnakattesetete kogupaksus on uuringuruumi alal kuni 10 m. Aluspõhja ülemise kihi moodustab Siluri ladestu Llandovery ladestiku Tamsalu kihistu afaniitsete vahekihtidega lubjakivi.

Uuritud ala katab muutliku koostise ja paksusega kattekiht. Katendi ülemise osa moodustab muld kasvukihiga (Q<sub>2\_s</sub>), mille paksus jääb vahemikku 0,1–0,7 m (keskmine 0,3 m). Uuringuruumi lääneservas katab mullakiht vahetult kasuliku kihi setteid, kuid mujal täheldati mulla ja kasuliku kihi vahel veel ka hallides-pruunides-beežides toonides tolmlja aleuriidi- või saviliivakihi olemasolu (Q<sub>1jrVr\_lg</sub>; Foto 2–3). Kihi paksuseks mõõdeti 0,6–2,3 m (keskmiselt 1,3 m). Uuringuruumi loodenurgas ning mitmes 2009. a geoloogilise uuringu kaevandis moodustasid tolmljad setted pea kogu geoloogilise läbilõike, ulatudes sügavuti kuni kasuliku kihi lamamini (kaevandid K05, K06, K12, Š-3, Š-12 ja Š-14). Sellised kasuliku kihita kohad (sopid) on aga üldiselt pigem lokaalse levikuga.



*Fotod 2 ja 3: Savikas katend kaevandites K01 ja K17.*

Endise Mäepere karjääri alal on mitmes kohas katend alalt juba eemaldatud. Uuringuruumi kirdeservas on kunagise karjääri astanguid osaliselt korrastatud (varistatud, täidetud, silutud), mille tulemusel levib katendis kohati ka mullaga segi pööratud kruusliiv (Q<sub>2\_t</sub>; Foto 4). Sarnast täitematerjali kirjeldati vähesel määral ka uuringuruumi lääneservas, kus reljeef on samuti kunagisest kaevandamisest oluliselt mõjutatud.





*Foto 4: Mullasegune täitematerjal kaevandi K02 katendis. Kaevand paikneb laugel nõlval.*

Kasuliku kihi moodustavad Võrtsjärve alamkihistu muutliku koostisega glatsiofluviaalsed setted (Fotod 5–8), mille hulgas on nii liiva kui kruusa ( $Q_{1jrVr\_fg}$ ). Valdavalt on tegemist liiva ja kruusliivaga, mille jämepeurru sisaldus varieerub (5–25%). Kaevandites K04, K11 ja K16 avati veeriseline kruus (Foto 8), kuid mitmel pool levis ka ühtlane liiv (kohati peene-kohati ülijämedateraline), milles kruusaosist oli väga vähe või see puudus (nt K01, K02, K09, K14, K15; Fotod 4–6). Kasuliku kihi uuritud paksus jääb vahemikku 1,2–5,7 m.



*Foto 5: Ülijämedateraline liiv kaevandis K09.*





Fotod 6 ja 7: Ühtlane peene- kuni keskmiseteraline liiv kaevandis K07 võrrelduna sõmera eriteralise kruusliivaga kaevandis K13.



Foto 8: Veeriseline kruus kaevandis K04.



Uuringuruumi loodeosas ja kohati ka idaservas kiildub kasulik kiht välja.

Kasuliku kihi lamami moodustab hall kuni pruunikas, kohati viiruline tihe liivsavi või liivsavimoreen (Q1jrVr\_g; Fotod 9, 10). Hertu II uuringuruumi geoloogilise uuringu käigus avati kasuliku kihi lamam kümnes kaevandis (K01, K02, K03, K05, K06, K07, K10, K12, K14 ja K18). Lamami kõrguseks mõõdeti 58,38–61,88 abs m. 2009. aasta geoloogilise uuringu käigus jõuti lamamini kolmes käesolevas töös kasutatud uuringupunktis (Š-6, Š-10 ja Š-12), kõrgustel 62,85–63,80 abs m. Sealjuures ulatusid mitmed teised 2009. a kaevandid, kus lamamit ei avatud, neist kõrgusnumbritest sügavamale.



*Fotod 9 ja 10: Hall tihe liivsavimoreen kaevandites K03 ja K12.*

Lisaks tuli kaevandite K04, K11 ja K17 põhjas vastu suurtest kivrahnudest (läbimõõt kuni 1 m) koosnev kiht, mille all tõenäoliselt kasulik kiht ei jätku. Sarnase kihi olemasolu kirjeldati ka 1983. aasta geoloogilise uuringu aruandes, näiteks puuraugus Pa-2, mis paikneb käesoleva uuringu kaevandist K04 vaid ca 17 m kaugusel.



#### 4. MAAVARA KVALITEET

Hertu II uuringuruumi kasuliku kihi materjali kvaliteedi hindamiseks kasutati ala geoloogiliste uuringute käigus kogutud andmeid. Keskmisest põhjaveetasemest kõrgemal ja madalamal paikneva materjali kvaliteedimadusi hinnati eraldi (plokid 5 ja 6). Maavara iseloomustamisel lähtuti keskkonnaministri määrusega nr 52 (17.12.2018) esitatud nõuetest.

Nõuded ehituskruusale:

- osakesi läbimõõduga üle 31,5 millimeetri ei tohi olla alla 35%
- osakesi läbimõõduga alla 0,063 millimeetri ei tohi olla üle 12%
- purunemiskindluse kategooria Los Angelese katsel 35 või väiksem

Nõuded ehitusliivale:

- osakesi läbimõõduga alla 0,063 millimeetri ei tohi olla üle 5%
- osakesi läbimõõduga üle 31,5 millimeetri peab olema alla 35%

Nõuetele mittevastav maavara loetakse eriotstarbeliseks materjaliks (täiteliiv või täitekruus).

Uuringu käigus võeti 19 uuringupunktist kokku 31 proovi materjali granulomeetrilise koostise hindamiseks, millest kasuliku kihi omadusi peegeldas 27 (üldmetraažiga 54,3 m). Kahest kaevandist (K04 ja K11) võeti proovid materjali purunemiskindluse hindamiseks (Los Angelese katse) ja kahest kaevandist (K09 ja K13) filtratsioonimooduli määramiseks. Lisaks analüüsiti 2009. aasta uuringu käigus tehtud filtratsiooni-, purunemis- ja külmakindluskatsete tulemusi ning neid terastikulise koostise andmeid, mida on võimalik keskkonnaministri 17.12.2018. a määruses nr 52 esitatud nõuete (RT I, 14.01.2020, 9, §48) järgi usaldusväärseks klassifitseerida. Laborianalüüsides tulemused on näha tekstilisades 4 ja 5.

Hertu II uuringuruumi kasulikus kihis on tegemist tugevalt varieeruva terastikulise koostise ja peenosisesisaldusega materjaliga. Kuna eriilmelise materjali paiknemises puudub kindel seaduspära, on keeruline materjali kvaliteedist lähtudes eraldi maavaravaruplokke kontuurida. Seetõttu lähtuti plokkide moodustamisel keskmisest põhjaveetasemest (61,36 abs m). Loodusliku materjali põhinäitajad on esitatud kokkuvõtlikult järgnevas tabelis.

**Tabel 4.1 Maavara kvaliteedi põhinäitajad Hertu II uuringuruumis**

Näitajad:	Min	Max	Kaalutud keskmine
<b>Plokk 5 aT (ülalpool keskmist põhjaveetaset)</b>			
Kruusafraktsiooni sisaldus ( $\geq 31,5$ mm), %	0,0	65,4	20,3
Liivafraktsiooni sisaldus koos savi ja tolmu, %	34,6	100,0	79,7
sh peenosise sisaldus ( $< 0,063$ mm), %	1,3	22,8	6,8
<b>Plokk 6 aT (allpool keskmist põhjaveetaset)</b>			
Kruusafraktsiooni sisaldus ( $\geq 31,5$ mm), %	0,0	65,4	11,1
Liivafraktsiooni sisaldus koos savi ja tolmu, %	34,6	100,0	88,9
sh peenosise sisaldus ( $< 0,063$ mm), %	1,3	22,8	5,2



Nii keskmisest põhjaveetasemest kõrgemal kui ka madalamal leviva materjali kruusasisaldus on väga muutlik, jäädes vahemikku 0,0–65,4%. Keskmise sisaldus on põhjaveetasemest kõrgemal *ca* 20,3% ja madalamal 11,1%. Kõrge kruusasisaldus (>35,0%) mõõdeti 2024. aasta kaevandites K04, K11 (alumine intervall) ja K16 ning 2009. aasta kaevandites Š-1 (ülemine intervall) ja Š-10 (ülemine intervall). Kruusa purunemiskindlus jääb vahemikku 33–39% (keskmise 36%), mis vastab täitekruusa nõuetele. Kaalukadu külmaskindluse katsel oli 2009. aasta analüüsi kohaselt 3,3% (Lisa 4.2). Kaardipildis paigutuvad kruusakihti avanud kaevandid hajusalt üle kogu uuringuruumi ning ühtset kruusalasundit need ei moodusta.

Valdavalt levib uuringuruumi piires liivane materjal (peenliiv kuni kruusliiv), milles on varieeruv kruusa- ja peenosisesisaldus. Kasuliku kihi peenosisesisaldus jääb vahemikku 1,3–22,8%, sh ülalpool keskmist põhjaveetasest keskmiselt 6,8% ja allpool 5,2%. Selline materjal, milles peenosisesisaldus oli 24% või enam, jäeti kasulikust kihist välja. Liiva filtratsioonimooduliks mõõdeti käesoleva uuringu proovides <0,1 ja 0,1 m/ööp (Lisa 4.1), kuid 2009. aasta töös 0,17–12,15 m/ööp (keskmiselt 5,61 m/ööp) (Lisa 4.2).

Madalaimad mõõdetud peenosisesisaldused (1,3–4,2%) on valdavalt seotud uuringuruumi läänepoolse osaga, nt kaevandid K09, K10, K11, kuid nende lähedal, kaevandites Š-6 ja SPŠ-11, levib jällegi kõrge peenosisesisaldusega liiv (8–10%). Lähestikku paiknevates kaevandites K13, K14 ja K15 moodustab umbes poole lasundist ehitusliivale vastav ja teise poole täiteliivale vastav materjal, kuid see, kumb materjal levib veetasemest kõrgemal või madalamal, on auguti erinev. Seega on materjal väga muutlik nii pindalaliselt kui ka sügavuti.

**Kaalutud keskmiste näitajate poolest vastab looduslik materjal mõlemas moodustatud maavaravaruplokis täiteliivale.**



## 5. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Hüdrogeoloogiliste tingimuste hindamiseks fikseeriti Hertu II uuringuruumis 13.02.2024. a toimunud geoloogiliste välitööde käigus veetaseme kõrgused uuringupunktides. Veetase avati ja mõõdeti 13 kaevandis. Mõõdetud veetasemed on toodud lisas 2 ning järgmises tabelis.

**Tabel 5.1. Pinnaseveetaseme mõõtmisandmed Hertu II uuringuruumi piires.**

Kaevandi nr	Kaevandi suudme abs kõrgus, m	Katendi paksus, m	Kasuliku kihi paksus, m	Veetaseme sügavus maapinnast, m	Veetaseme kõrgus, abs m
K01	64.32	1.6	2.4	3.2	61.12
K02	64.98	1.1	2.0	2.9	62.08
K03	64.14	0.2	3.6	1.6	62.54
K04	64.12	0.7	3.1	2.2	61.92
K07	63.42	2.1	1.7	2.6	60.82
K08	64.09	0.4	4.6	3.2	60.89
K09	64.26	0.3	5.7	3.2	61.06
K10	63.90	0.6	3.2	2.3	61.60
K13	64.81	0.6	5.1	3.8	61.01
K14	64.18	0.4	5.4	4.0	60.18
K15	64.72	0.5	5.1	3.9	60.82
K17	63.82	1.6	2.0	2.7	61.12
K18	63.83	1.2	1.2	1.3	62.53
<b>Keskmine:</b>				<b>2,8</b>	<b>61,36</b>

Hertu II uuringuruumis levib vabapinnaline kvaternaarisetete veekiht, mille veepidemeks on kasuliku kihi lamamis paiknevad savikad setted. Geoloogiliste välitööde käigus mõõdeti põhjaveetase kaevandites sügavustel 60,18–62,54 abs m (keskmiselt **61,36 abs m**). Kõige kõrgemad põhjaveetasemed (62,08–62,54 abs m) mõõdeti uuringuruumi idapoolseimates kaevandites (K02, K03, K18) ning pinnaseveetase alaneb lääne suunas.

Uuringuruumist ca 105–320 m kaugusel läänes kulgeb Vigala jõgi (vid tunnus VEE1110400), mis on ühtlasi käsitletava piirkonna maaparandussüsteemide eesvooluks (vid tunnus 51110400400000011M). Uuringuruumist ca 235 m kaugusel, teiselpool Tallinn–Pärnu raudteed, paikneb Öökulli järv (vid tunnus VEE2066910). Hertu II uuringuruum ei kattu nimetatud veekogude kaitsevöönditega.

### Lähimate majapidamiste kaevude uuring

Kuna geoloogilise uuringu loa nr L.MU/519725 juures oli lisatingimus, mille kohaselt peab uuringuloa taotleja teostama põhjavee taseme ja kvaliteedi lisauuringud lähedalasuvate majapidamiste kaevudes, kaasati uuringusse OÜ Maavarauuringud hüdrogeoloog, kes teostas lähimate kaevude vaatluse ja koostas vastava hinnangu (Lisa 11).



Kui uuringud toimuvad kvaternaarisetetes, siis tuleb tähelepanu pöörata kinnistute salvkaevudele. Lähimate kinnistute külastamisel ja omanikega vestlusel selgus, et salvkaeve neil, ega ka teistel lähikonna kinnistutel ei ole. Hertu II uuringuruumist lääne pool paiknevad kinnistud saavad vee kas kinnistutele rajatud puurkaevudest (PRK0053470, PRK0065572, PRK0055062) või uuringuruumist ca 375 m kaugusel läänes asuvast puurkaevust nr PRK0009220. Uuringuruumist lõuna pool paikneval Veesauna kinnistul asub puurkaev, mida ei ole keskkonnaregistrisse kantud. Puurkaevude sügavused on ca 24 m ning need võtavad vee Alam-Siluri veekihist (S1jr-rk), mis kuulub Siluri-Ordoviitsiumi Matsalu põhjaveekogumisse (11§2019). Puurkaevude puurimisaegsete veeanalüüside andmetel vastab vesi joogivee nõuetele, v.a vee rauasisaldus, mis on piirnormist kõrgem. Geoloogiline uuring Hertu II uuringuruumis ei mõjuta puurkaevude vee keemilist koostist ega põhjavee taset (Lisa 11).



## 6. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED JA KESKKONNAKAITSE

Hertu II uuringuruum paikneb logistiliselt soodsas kohas, Rapla linnast *ca* 1 km kaugusel kagus ja Kaepere alevikust *ca* 1,6 km kaugusele kirdes. Linnulennult lähim asula on *ca* 50 m kaugusel läänes paiknev Valtu küla, kuid seda eraldab uuringuruumist Tallinn-Pärnu raudtee. Uuringuruumist *ca* 1,3 km kaugusel põhja pool kulgeb Juuru-Rapla kõrvalmaantee (nr 20117), mida ühendab uuringuruumiga Prügila tee (nr 6690761), mis on varu arvutuse alaga kattuv osas metsatee ja edasi avalikus kasutuses olev kohalik tee. Varu arvelevõtmine Prügila teega kattuv alal kooskõlastatakse Riigimetsa Majandamise Keskusega tingimusel, et arendaja tagab ligipääsu Hertu kruusakarjäärile (Lisa 12).

Varu arvutuse ala hõlmab nii rohumaad, metsamaad kui ka vana korrastamata karjäärimaastikku. Seega tuleb enne kaevandamise alustamist eemaldada alalt võsa ja puud. Samuti tuleb eemaldada katend, mis koosneb valdavalt mullast ja savikatest setetest, aga mõnel pool ka mulla-liivasegusest täitematerjalist. Katendi keskmine paksus on 0,8 m ja maht 126 tuh m<sup>3</sup>. Kasuliku kihi uuritud paksus varieerub vahemikus 1,2–5,7 m (keskmine 3,3 m) ning kasuliku kihi lamam paikneb kõrgusvahemikus 58,38–63,80 abs m. Maavara saab kaevandada ekskavaatoriga kahes astmes, eraldi veetasemest kõrgemal ja madalamal paiknev varu. Põhjaveetasemest madalamale jääva lasundi paksus on kuni 3,1 m (keskmine paksus kogu ploki peale 1 m), kusjuures uuringuruumi idaservas on kasuliku kihi lamam kohati nii kõrgel, et seal veealust varu ei olegi. Sellise paksusega maavaravaru saab väljata veetaset alandamata ja ümbritseva pinnase veetaset mõjutamata. Samas on selline paksus piisav, et tulevikus alale veekogu kujundada. Vajadusel saab väiksemaid kaevandamisel tekkinud liigniiskeid lohke ka täita, kasutades alalt kooritud katendit.

Hertu II uuringuruumi teenindusalal ega vahetus läheduses ei paikne Natura 2000 võrgustiku alasid ega muinsuskaitsealasid. Lähim majapidamine asub uuringuruumi läänepiirist *ca* 60 m kaugusel, teiselpool Tallinn-Pärnu raudteed, katastriüksusel Juliuse tn 12 (katastritunnus 66904:002:0790). Varu arvutuse plokkide piir on viidud lähimast eluhoonest *ca* 100 m kaugusele.

Geoloogilise uuringuga Hertu II uuringuruumis keskkonnale olulist negatiivset mõju ei kaasnenud. Geoloogilise uuringu teostamisel järgiti kõiki keskkonnakaitse ja ohutustehnika nõudeid. Kaevandite rajamiseks kasutati korras tehnikat, mis on läbinud perioodilise tehnilise ülevaatuse. Töötamisel ei kasutatud keskkonda reostavaid materjale. Uuringu tarbeks rajatud kaevandid likvideeriti vahetult pärast geoloogilise läbilõike kirjeldamist ja proovide võtmist kaevandist väljatõstetud materjaliga. Kaevandite ümbrus korrastati uuringueelsesesse seisukorda.

Geoloogilise uuringu loa täiendava tingimuse nr 4 kohaselt tuli võtta arvesse ja uurida kunagisest mitteametlikust prügilast johtuvat mõju, uuringu kaeveõonte rajamisel väljatulevad ning sinna varem ladustatud ja maetud jäätmed utiliseerida. Kuna nimetatud prügila täpsema asukoha osas andmed puuduvad ning Hertu II uuringuruumi välitööde käigus jäätmete esinemist ei tuvastatud, on võimalik, et vana prügila ala jääb uuringuruumist väljapoole.



## 7. VARU ARVUTUS

Käesolevas aruandes on arvutatud maavaravaru maht Hertu II uuringuruumis, kahes plokis. Plokid paiknevad üksteise peal ja on eraldatud tulenevalt keskmisest põhjaveetasemest kõrgusel **61,36 abs m**: ülalpool põhjaveetaset plokk 5 ja selle lamamis plokk 6. Maavaravaru plokkide nummerdamisel lähtuti Hertu maardla (registrikaart nr 861) olemasolevate plokkide numbritest.

Plokkide piiri moodustamisel lähtuti uuringuruumi piirist, kehtivatest katastriüksuste piiridest ning Hertu maardla plokkidega külgnevas osas Maa-ameti Geoportaalist alla laetud plokkide piirist. Varu arvutusest jäeti välja uuringuruumi servad, kus kasulik kiht välja kiildub, ning ala uuringuruumi lääneservas, mis jääb lähimale elu- või ühiskondliku hoonena registreeritud majale lähemale kui 100 m (MPS § 50, lg 10). Eelnenust tulenevalt arvutati varu pindalal **16,45 ha**.

Varu arvutuse aluseks on käesoleva geoloogilise uuringu käigus teostatud geodeetilise mõõdistuse andmed, keskmise põhjaveetaseme mudeltasapind ning rajatud uuringupunktide andmete alusel moodustatud kasuliku kihi lamami ja lasumi (katendi lamami) mudelid. Maavaravarude mahud Hertu II uuringuruumis on arvutatud arvutiprogrammiga Bentley PowerCivil for Baltics V8i triangulatsiooni interpoleerimismeetodiga, sama programmiga on saadud ka varu arvutuse plokkide pindalad (gr lisa 1). Kasuliku kihi lamami mudeli koostamiseks kasutatud andmed on esitatud lisas 8 ning mahuarvutuse tulemused lisas 9.

### Katend

Hertu II uuringuruumis moodustub katend mullast, aleuriidist ja saviliivast, mõnel pool ka mullasegusest täitematerjalist. Mitmel pool levib katendis vaid muld. Mudelarvutuse tulemusena saadi katendi mahuks kokku **126 tuh m<sup>3</sup>**.

Mullakihi paksuseks mõõdeti 0,0–0,7 m (keskmine 0,3 m). Seega on mullale vastava materjali maht varu arvutuse alal: 16,45 ha x 0,3 m = **49 tuh m<sup>3</sup>**.

Muu katendi maht on seega: 126 tuh m<sup>3</sup> – 49 tuh m<sup>3</sup> = **77 tuh m<sup>3</sup>**

ja keskmine paksus kogu varu arvutuse alale jagatuna: 77 tuh m<sup>3</sup> / 16,45 ha = *ca* 0,5 m.

### Kasulik kiht

Kasuliku kihi mahuks saadi mudelarvutuse teel kokku 546 tuh m<sup>3</sup>. See levib nii keskmisest põhjaveetasemest kõrgemal kui madalamal, kusjuures uuringuruumi idapoolsetes servades jääb kogu varu kohati põhjaveetasemest kõrgemale. Seega arvutati varu kahes plokis. Plokkide ruumikujude lihtsustamise eesmärgil ei kontuuritud põhjaveetasemest madalamal paiknevat varu eraldi, vaid plokkide piirid jäeti ühiseks.

**Plokk 6:** Keskmisest põhjaveetasemest madalamal paikneva maavaravaru mahuks saadi mudelarvutuse teel **168 tuh m<sup>3</sup>**, mis annab plokki keskmiseks paksuseks 16,45 ha pindalal 1,0 m.

**Plokk 5:** Põhjaveetasemest kõrgemal on varu maht seega **378 tuh m<sup>3</sup>**, mis annab plokki keskmiseks paksuseks 2,3 m.



**Käesoleva geoloogilise uuringu tulemusena palume maavarade registri vastutaval töötlejal kinnitada Hertu maardlas järgmised täiteliiva aktiivse tarbevaru plokid (mõlemad pindalaga 16,45 ha):**

- **Plokk 5 – ülalpool keskmist põhjaveetaset, 378 tuh m<sup>3</sup>;**
- **Plokk 6 – allpool keskmist põhjaveetaset, 168 tuh m<sup>3</sup> (ploki 5 lamamis).**



## KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli AS Tariston tellimusel välja selgitada Rapla maakonnas Kehtna vallas Hertu II uuringuruumi piires paikneva maavara kvaliteet, kogus ja sobivus kasutamiseks. Maavara uurimiseks võeti proovid materjali granulomeetrilise koostise, purunemiskindluse ja filtratsioonimooduli hindamiseks. Proove analüüsiti AS Teede Tehnokeskuse laboratooriumis. Uuringu tegemisel juhinduti Keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52.

Kasuliku kihi moodustavad muutliku koostisega Võrtsjärve alamkihistu glatsiofluviaalsed setted, mille hulgas on eriilmelist materjali peenliivast kuni veeriselise kruusani (Q<sub>1jrVr\_fg</sub>). Ka peenosisesisaldus on maavara lasundi lõikes väga muutlik. Kaalutud keskmiste omaduste poolest liigitub maavara täiteliivaks. Maavaravaru mahu arvutamisel kasutati ala topograafilist plaani seisuga 13.02.2024 a, ning alale rajatud uuringupunktide andmete põhjal loodud mudeltasapindu. Maavaralasund paikneb nii ülalpool kui ka allpool põhjaveetasel ning varu on arvutatud kahes plokis.

**Hertu II uuringuruumi geoloogilise uuringu tulemusena esitatakse maavarade registri vastutavale töötajale Hertu maardlas kinnitamiseks järgmised maavaravarud:**

- täiteliiva aktiivne tarbevaru 378 tuh m<sup>3</sup> pindalal 16,45 ha, ülalpool keskmist põhjaveetasel (plokk 5);
- täiteliiva aktiivne tarbevaru 168 tuh m<sup>3</sup> pindalal 16,45 ha, allpool keskmist põhjaveetasel (plokk 6, plokki 5 lamamis).



## KASUTATUD KIRJANDUS

- Keskkonnaministri 17.12.2018. a määrus 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, 27.06.2022, 32)
- Maa-ameti Geoportaali kaardirakendused
- Maardla registrikaart nr 861, Hertu
- Mardla, E. 1983. Geoloogilised uurimistööd Mäepere karjääris. RPI „Eesti Põllumajandusprojekt“. EGF 4036.
- Tammekänd, M ja Zaikin, I. 2009. Rapla maakonna Hertu uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.03.2009). OÜ Inseneribüroo STEIGER. EGF 8100.