

OÜ Inseneribüroo STEIGER

**Hagudi kruusamaardla
Hagudi II uuringuruumi
geoloogilise uuringu aruanne**
(varu seisuga 01.07.2008)

Töö nr 08/0323

Tallinn 2008

Kinnitan:

Erki Niitlaan
Juhatuse liige

.....

Geoloogilise uuringu tegid:

Elo Rannik
Geoloog

.....

Roman Kotenjoy
Geoloog

.....

ANNOTATSIOON

Hagudi kruusamaardla Hagudi II uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne
(varu seisuga 01.07.2008).

Aruanne ühes köites, teksti 25 lk, 15 tekstilisa, 3 graafilist lisa. OÜ Inseneribüroo STEIGER, aadress: Pärnu mnt 238, 11624 Tallinn, 2008.

Hagudi kruusamaardla Hagudi II uuringuruum pindalaga 22,93 ha paikneb Raplamaal Rapla vallas Hagudi külas. Ala jääb Tallinn-Rapla-Türi maantee 42,0 - 42,5 km kohalt ~20 m kaugusele itta, Aranküla-Juuru riigikõrvalmaantee kilomeetrite vahemikust 0 - 1 ligikaudu 300 m kaugusele põhja suunda. Tee ja uuringuruumi vahele on jäetud ~20 m laiune kaitsetervik. Uuringuruumi piires on 50 m teekaitsetervikusse jääv maavara varu võetud arvele passiivse tarbevaruna.

Uuringu käigus rajati 14 šurfi ja üks karjääri seinapuhastus-šurf üldmetraažiga 87,8 m. Šurfidest võeti 25 proovi materjali lõimise, 7 proovi filtratsioonikoefitsiendi ja üks proov kruusa fraktsioonist anti kruuskillustiku külmakindluse ja purunemiskindluse (Los Angeles' katsel) määramiseks. Katendi moodustab kasvukiht, muld ja ülipeeneteraline orgaanikat sisaldav liiv paksusega 0,6 – 3,6 m, kasuliku kihi kruus ning eriteraline liiv paksusega 1,5 – 6,1 m.

Maavaravaru on hinnatud ehituskruusa aktiivse tarbevaruna 65 tuh m³ plokis 3-1 (pindala 1,49 ha), 75 tuh m³ plokis 3-2 (1,53 ha) ja 213 tuh m³ plokis 3-3 (3,20 ha). Kruusa plokis 3-4 jääb 1,01 ha suurusel alal teeterviku alla 52 tuh m³ maavaravaru. Osaprotsentides arvutatult on plokis 4-1 (pindala 3,15 ha) ehitusliiva aktiivset tarbevaru 334 tuh m³, täiteliiva aktiivset tarbevaru 92 tuh m³ ja ehituskruusa aktiivset tarbevaru 150 tuh m³. Plokis 4-2 (0,80 ha) on 13 tuh m³ ehitusliiva, 3 tuh m³ täiteliiva ja 6 tuh m³ ehituskruusa aktiivset tarbevaru ning plokis 4-3 passiivset tarbevaru teetervikus analoogselt eelneva plokiga 3 tuh m³ ehitusliiva, 1 tuh m³ täiteliiva ja 1 tuh m³ ehituskruusa. Uuringuruumi lääneservas plokis 5 on passiivse tarbevaru 0,88 ha suurusel alal 29 tuh m³ ehitusliiva.

Kattekihi maht kogu uuringuruumis on 275 tuh m³. Vastavad maavara mahud esitatakse kinnitamiseks Keskkonnaministeeriumile.

Võtmesõnad: Raplamaa, Rapla vald, Hagudi kruusamaardla, Hagudi II uuringuruum, Tallinn - Rapla - Türi maantee, ehituskruus, ehitusliiv, eriotstarbeline liiv (täiteliiv), aktiivne tarbevaru, passiivne tarbevaru.

Koostas:

Elo Rannik

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS	6
2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS.....	7
3. VARASEM GEOLOOGILINE UURITUS	9
5. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD	11
5.1 Kaevandite rajamine	11
5.2 Proovide võtmine	11
5.3 Laboratoorsed uuringud	11
5.4 Topotööd	11
5.5 Kameraaltööd	12
6. MAAVARA KVALITEET.....	13
7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED	15
8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED	17
9. KESKKONNAKAITSE.....	18
10. VARU ARVUTUS	19
11. KOKKUVÕTE	24
12. KASUTATUD KIRJANDUS	25

TEKSTILISAD

1. Tellimiskiri	26
2. Uuringuluba Rapm - 051	27
3. Hagudi II uuringuruumi kaevandite kataloog	29
4. Loodusliku materjali granulomeetrilise koostise tabel.....	31
5. Väljasõelutud liiva fraktsioonide sisalduste tabel	33
6. Väljasõelutud kruusa fraktsioonide sisalduse tabel.....	36
7. Maavara lõimise analüüsi tulemused 1 (AS Teede Tehnokeskuse labori andmed: katseprotokoll nr 115/08)	38
8. Maavara lõimise analüüsi tulemused 2 (katseprotokoll nr 197/08)	41
9. Kaevandite geoloogilised kirjeldused.....	42
10. Varu arvutuse plokkide piiripunktide koordinaadid ja pindala	47
11. Varude arvutus arvutiprogrammiga Vertical Mapper (seletuskiri)	49
12. Topograafilise mõõdistamise seletuskiri	53
13. Kaevandite likvideerimise akt	54
14. Kooskõlastus teetervikute jätmiseks	55
15. Tellija arvamus tehtud tööde kohta	56
Ekspertarvamused	
Eesti Maavarade Komisjoni protokolliline otsus	
Keskkonnaministri käskkiri varu kinnitamise kohta	

GRAAFILISED LISAD

1. Topograafiline ja varu arvutuse plaan. Mõõtkava 1:1000
2. Geoloogilised läbilõiked. Mõõtkava hor. 1:1000, vert. 1:100
3. Kaevandite geoloogilised tulbad. Mõõtkava vert. 1:100

1. SISSEJUHATUS

Hagudi kruusamaardla (registrikaart nr 0724) Hagudi II uuringuruumi geoloogilise uuringu tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER OÜ Elektriväli tellimusel (lisa 1), geoloogilise uuringu loa Rapm - 051 (lisa 2) alusel. Uuringu eesmärgiks oli selgitada uuringuruumi piires maavara lasundi kasuliku kihi paksust, materjali kvaliteeti ja maavara kogust ning kaevandamistingimusi, et kinnitada maavara aktiivse tarbevaruna, mille alusel saab arendaja taotleda maavara kaevandamise luba.

Uuringu käigus tehti uuringuruumi teenindusalal topograafiline mõõdistamine, rajati kaevandid, kirjeldati ja võeti proovid laboratoorseteks uuringuteks ning määrati veetasemed. Uuringutöö planeerisid ja tegid ning aruande koostasid OÜ Inseneribüroo STEIGER geoloog Elo Rannik ja Roman Kotenjov. Topograafilise mõõdistamise tegi ja plaani mõõtkavas 1:1000 koostas samuti OÜ Inseneribüroo STEIGER.

Šurfid rajati tellija organiseeritud ekskavaatoriga. Kaevanditest võetud proovide granulomeetrilise koostise analüüs, filtratsiooni koefitsiendi määramine, kruusafraktsioonist tehtud kruuskillustiku purunemiskindlus Los Angelese katsel ja külmakindlus vahetul külmutamisel tehti AS Teede Tehnokeskuse laboratooriumis.

Maavara geoloogilise uuringu metoodikas lähtuti keskkonnaministri 26.05.2005. a määrusest nr 44 „Üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord” (RT I 2004, 84, 572; 2005, 15, 87, 67, 512; 2006, 14, 109, 58, 439; 2007, 42, 303, 66, 408).

2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS

Hagudi II uuringuruum teenindusala pindalaga 22,93 ha paikneb Rapla maakonna Rapla valla Hagudi küla territooriumil. Ala asub Tallinn-Rapla-Türi riigimaanteest (lõigul 42,0–42,5 km) ~20 m kaugusel ida suunas ning Aranküla - Juuru kõrvalmaanteest (vahemikus 0–1 km) 0,3 km kaugusel põhja suunas. Uuringuruumist on Rapla linnani ligikaudu ~5 km, Hagudi alevikuni ~2 km.

Uuringuruum jääb arendajale kuuluvatele Nõmme kinnistutele (katastritunnused 66903:003:0021, 66903:003:0022, 66903:003:0023, 66903:003:0024), Jaagu -Jüri maaüksustele (katastritunnus 66903:003:0002 ja 66903:003:0003) ning reformimata maale. Uuringuruum asub Eesti 1:50 000 baaskaardi lehtedel nr 6314, 6323 ning selle keskosa geograafilised koordinaadid on 59°2'46''pl ja 24°50'35''ip.

Uuringuruumist vahetult kirde suunas kaevandab 11,25 ha suurusel alal Hagudi - Väljapere karjääris kruusa ja liiva OÜ Hagudi Kruus. Kaevandatud materjali kasutatakse üld- ja teedehituses.

Uuringuruumist põhjasuunda jääb katastriüksus Tõnso (katastritunnused 66903:003:1322, 66903:003:1321 - maatulundusmaad), idasuunda Väljapere (66903:003:0930) ja Väljapere I (66903:003:1260) kinnistud (mõlemad maatulundusmaad) ning osaliselt Nõmme ja Jaagu - Jüri katastriüksused, mille omanikuks on arendaja. Uuringuruumist vahetult lõunasse jääb Peatjüri maaüksus (66903:003:0513) ning läände transpordimaana kasutatav riigitugimaantee T 15 Tallinn - Rapla - Türi (katastriüksuse nr 66903:003:1731). Vaata joonis 2.1.

Uuringuruumi teenindusala piiresse ei jää Natura 2000 võrgustiku ega looduskaitsealasid. Muinsus- ja looduskaitseobjekte uuringuruumi piires ega läheduses samuti ei ole.

Lähim majapidamine jääb uuringuruumi läänepiirist ligikaudu 100 m kaugusele üle maantee. Idapiirist 200 - 400 m kaugusel asuvad samuti kaks elamukompleksi, millest üht kasutatakse arendaja sõnul vaid suvemajana. Kirdenurgast 200 m kaugusel Väljapere kruusakarjääri kõrvale veel üks elumaja. Uuringuruum on kaetud kuuse-, männi- ning lehtpuumetsaga.

3. VARASEM GEOLOOGILINE UURITUS

Esmakordselt uuris Hagudi kruusamaardlat 1982. aastal Eesti Geoloogiavalitsus, mille põhjal on välja antud aruanne Põhja - Eesti kruusliiva ja liiva otsingust ja uuringust (Sinisalu, 1982). Maardlale puuriti 9 otsingulist puurauku ning piirkonda enamgi, kuid Hagudi II uuringuruumiga ei kattu neist ükski.

2000. aastal vormistati Hagudi - Väljapere karjääri kaevandamise luba OÜ-le Hagudi Kruus (pindalal 11,25 ha). Mäeeraldise detailse geoloogilise uurigu teostas OÜ Eesti Geoloogiakeskus (Sinisalu, 1999). Uuringu käigus rajati 22 kaevandit üldmetraažiga 75,8 m, laboriproove võeti kokku 21.

Eelnimetatud geoloogilisest uuringust Hagudi II uuringuruumile lähim kaevand asub ala kirdeosas, šurfist Š-5 ligikaudu 40 m kaugusel olev kaevand K-20. 1999. aastal rajatud kaevand ei avanud kasuliku kihi lamamit (kaevandi põhi 65,4 m), küll aga avati lamam 2008. aasta uuringuga (Š-5) meetri võrra K-20 kaevandi põhjast sügavamal absoluutkõrgusel 64,4 m.

Keskkonnaregistri maardlate nimistu andmeil on seisuga 01.01.2008. a Hagudi kruusamaardlas arvel plokis 2 kruusa aktiivset tarbevaru 58,6 tuh m³, plokis 1 ehitusliiva aktiivset tarbevaru 211,8 tuh m³.

4. UURINGURUUMI GEOLOOGILISE EHITUSE ISELOOMUSTUS

Geoloogiliselt paikneb maardla marginaalse oosi lõunaserval. Maapinna abs kõrgused jäävad uuringuruumi piires vahemikku 69 - 70 m. Maapinna üldine langus on lõuna suunas. Uuringuruumi kaguservas on vanad 4 - 5 m sügavused mahajäetud kruusaaugud, mille põhja abs kõrgused ulatuvad kuni 65 - 66 m. Vertikaalses läbilõikes leidub erineva terasuurusega materjali – kruus ning peene- kuni keskmiseteraline liiv.

Käesoleva geoloogilise uuringu andmetel on uuringuruumi geoloogiline ehitus järgmine:

- 0,6 – 3,6 m katend (keskmine 1,3 m), millest 0 – 0,6 m moodustab kasvukiht puujuurtega, ülejäänud kattepinnas on punakaspruun orgaanikarikas ülipeeneteraline liiv, saviliiv;
- kasuliku kihi moodustab uuringuruumi idapoolses osas peeneteraline kruus, mille liivafraktsioon on peene- kuni keskmiseteraline. Uuringuruumi lõunaservas ja lääneosas esineb eriteraline liiv ning kohati (kahes kaevandis) kruusa. Kasuliku kihi paksus on 1,5 – 6,1 m keskmise väärtusega 4,4 m. Liiv on kvaliteedilt peene- kuni keskmiseteraline.
- uuringuruumi kasuliku kihi lamamiks on saviliiv, liivsavi või savi. Lamam on avatud ala idaosas kuues šurfis.

Varasemate uuringute andmeil moodustavad kasuliku kihi fluvioglatsiaalsed setted. Samale järeldusele jõuti ka käesoleva uuringu tulemusel.

5. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD

5.1 Kaevandite rajamine

Hagudi II uuringuruumis välitööde käigus 09.01.2008 ja 10.01.2008 rajati 14 šurfi (Š-1...Š-12, Š14, Š-15), ja üks karjääri seinapuhastus-šurf (KSP-Š-13) sügavusega 3,3 - 7,0 m, üldmetraažiga 87,8 m (lisa 3). Šurfid rajati tellija poolt organiseeritud ekskavaatoriga LIEBHERR R924 (kopamahuga 1,2 m³). Kaevandid tehti vahekaugustega 70 – 200 m juurdepääsust ja maavara levikust lähtuvalt (suurel osal uuringuruumist kasvab tihe mets)

Šurfid likvideeriti kohe pärast geoloogilise läbilõike kirjeldamist ja proovide võtmist. Kaevandid täideti sealt väljatõstetud materjaliga, maapind tasandati ning ala korrastati (lisa 13).

5.2 Proovide võtmine

Proovid šurfidest võeti massproovi meetodil, vahedeta, kasuliku kihi lasundi täiest avatud paksusest. Peale kattekihi eemaldamist suruti ekskavaatori kopp 1 m sügavusele ja sellest intervallist tõsteti 1 kopatais kruusa eraldi prooviosa selekteerimiseks. Sedasi toimides eraldati igast järgnevast meetrilisest intervallist üks kopatais materjali ning võeti sellest materjali iseloomustav osa prooviks. Kui proovimisintervall oli väiksem kui üks meeter, võeti ka vastavalt väiksem kogus materjali.

Ühtlase materjali puhul ühendati osaproovid üheks koondprooviks, mis vähendati kvarteerimisega kaaluni 20 - 40 kg, olenevalt kruusaterade suurusest. Liiva puhul vähendati proovi massini umbes 3 - 4 kg, kruusakas liivas 7 - 8 kg.

5.3 Laboratoorsed uuringud

Kokku võeti välitööde käigus 25 proovi materjali terakoostise määramiseks, millest seitsmes määrati ka filtratsioonikoefitsient, 1 proov võeti kruusa fraktsioonist kruuskillustiku füüsikalise-mehaaniliste näitajate määramiseks.

Terakoostise määramiseks kasutati standardseid sõelu ava läbimõõduga: 70; 40; 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16; 0,05 mm. Kruuskillustiku füüsikalise-mehaaniliste omaduste määramiseks tehti ühisproov purunemiskindluse määramiseks Los Angeles' katsel (katsemeetod EVS-EN 1097-2) ning külmakindluse määramiseks vahetul külmutamisel (EVS-EN 1367-1). Kõik katsed tehti AS Teede Tehnokeskuse laboratooriumis (lisa 7,8).

5.4 Topotööd

Uuringuala topomöödistamine mõõtkavas 1:1000 tehti 31.01.2008 – 16.02.2008, 01.03.2008 – 08.03.2008, 12.04.2008 OÜ Inseneribüroo STEIGER poolt.. Lähtekoordinaadid ja -kõrgus saadi riikliku põhivõrgu punktist Hagudi (990) H=70,217. Piirpunktide ja kaevandite asukohtade koordinaadid on antud L-Est 97 süsteemis, kõrgused – Balti süsteemis. Kaevandid seoti instrumentaalselt.

Täiendavad andmed on toodud topotööde seletuskirjas (lisa 12).

5.5 Kameraaltööd

Kameraaltööde käigus töödeldi läbi varasemate geoloogiliste uuringute andmestik ning käesoleva uuringu välitöödel saadud materjal ja laboriuuringute andmestik.

Kasuliku kihi kvaliteeti hinnati vastavalt keskkonnaministri 26.05.2005. a määrusega nr 44 kinnitatud „Üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise korda”, mille alusel ehitusliiva käsitletakse maavarana, kui ta vastab järgmistele põhinõuetele: peensusmoodul $\geq 1,3$, savi- ja tolmu sisaldus mitte üle 10 % ja osakeste läbimõõduga üle 5 mm (kruus) sisaldus alla 35 %. Kruusale, kui maavarale esitatakse järgmised nõuded: osakeste sisaldus läbimõõduga üle 5 mm mitte alla 35 % ning savi- ja tolmuosakesi mitte üle 20 %. Nendele nõuetele mittevastavat materjali vaadeldakse kui eriotstarbelist kruusa ja liiva.

6. MAAVARA KVALITEET

Uuringuruumi kasuliku kihi materjali kvaliteedi hindamiseks kasutati käesoleva töö käigus saadud andmeid. Proovide laboratoorsete uuringute tulemused ning nendega tehtud arvutused on esitatud tekstilisades 3 - 6.

Näitajad	Ehituskruus (plokk 3-1, 3-2, 3-3 Ta; 3-4 Tp)	Ehitus,- täiteliiv, kruus (plokk 4-1, 4-2 Ta; 4-3 Tp)	Ehitusliiv (plokk 5, Tp)
Šurfide arv	5	8	2
Kaevandite numbrid	Š-4...Š-7, Š-13	Š-1, Š-3, Š-8, Š-10, Š-11, Š-12, Š-14, Š-15	Š-1, Š-10
Loodusliku materjali koostis			
Kruusa sisaldus *(fraktsioon >5 mm), %	<u>34,2-61,6</u> (keskmine 51,2)	<u>0-63,3</u> (17,8)	<u>3,5-8,5</u> (5,5)
Liiva sisaldus *(5 – 0,05 mm), %	38,4-65,8 (45,8)	36,7-100 (75,8)	<u>91,5-96,5</u> (88,2)
Savi- ja tolmuosakesi *($<0,05$ mm), %	<u>1,1-5,1</u> (3,0)	<u>2,6-11,4</u> (6,4)	<u>4,2-11,1</u> (6,3)
Liiva fraktsiooni koostis			
Liiva fraktsiooni sisaldus * (5 – 0,05 mm), %	<u>83,0-97,6</u> (92,8)	<u>68,9-97,0</u> (89,5)	<u>88,4-95,4</u> (93,3)
Täisjääk sõelal 0,63 mm, %	<u>28,9-56,6</u> (42,5)	<u>1,1-62,0</u> (28,8)	<u>16,8-32,7</u> (26,1)
Savi- ja tolmuosakesed *($<0,05$ mm) liivas, %	<u>2,4-17,0</u> (7,2)	<u>3,0-31,1</u> (10,5)	<u>4,6-11,6</u> (6,7)
Liiva peensusmoodul	<u>1,8-2,5</u> (2,1)	<u>0,9-2,6</u> (1,7)	<u>1,3-2,1</u> (1,8)
Kruusa fraktsiooni koostis			
Fraktsioon >70 mm	-	-	-
70-40 mm	0-34,5 (19,9)	0-20,1 (3,3)	-
40-20 mm	30,1-49,6 (38,3)	0-72,4 (23,7)	0-57,6 (19,2)
20-10 mm	16,6-36,0 (26,6)	0-54,3 (19,3)	15,3-54,3 (29,9)
10-5 mm	10,4-21,0 (15,2)	0-100 (38,2)	27,1-80,0 (50,9)

Tabel 6.1. Kasuliku kihi materjali põhinäitajad

Tinglikult tähistatakse alaplokid 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 edaspidi plokiks 3 ning alaplokid 4-1, 4-2, 4-3 plokiks 4. Lähtudes tabelist 6.1, võime uuringuruumi piires esineva maavara kvaliteedi kohta täheldada järgnevat.

Kasuliku kihi kruus (plokk 3) **loodusliku materjalina** on >5 mm osakeste sisalduste järgi 34,2-61,6 %, keskmiselt 51,2 %. Ehitus- ja täiteliiva ning kruusa plokis 4 on kruusa sisaldus oluliselt väiksem 0-63,3 % (keskmine 17,8 %). Ehitusliiva passiivse tarbevaru plokis 5 on kruusa osakaal 3,5-8,5 %, plokki piires kahe šurfi keskmise väärtusega 5,5 %. Savi- ja tolmuosakesi on kruusa plokis 3 väga vähe: 1,1-5,1 %, keskmise väärtusega 3,0 %. Plokis 4 ja 5 oluliselt rohkem: 2,6-11,4 % ja 4,2-11,1 %.

Liiva fraktsiooni osa (5 – 0,05 mm) esineb kõikides plokkides 83,0 – 97,6 %, kuid kruusa plokki liiva fraktsioonis on täisjääk sõelal keskmine väärtus oluliselt suurem kui ülejäänud plokkides 42,5 %. Plokis 4 ja 5 on täisjääk sõelal keskmine väärtus 26,1 % ja 28,8 %. Seega kruusa plokki liiv on jämedateralisem.

Kruusa plokki piiresse jäävatest kaevanditest väljasõelatud liivas esineb väga vähe savi- ja tolmuosakesi: 2,4 – 17,0 %. Segunenud materjaliga plokki 4 ja liiva plokki 5 materjalis esineb tolmuosakesi tunduvalt rohkem: 3,0 – 31,1 %. Liiva peensusmoodul on kruusa plokis 1,8 – 2,5 (keskmine 2,1), liiva plokis 1,3 – 2,1 (keskmine 1,8) ja segunenud purdmaterjaliga plokis 0,9 – 2,6 (keskmine 1,7).

Kruusa fraktsiooni koostis näitab kruusaplokis korralikku 40-10 mm fraktsiooni esindatust. Fraktsiooni 40 – 20 mm on keskmiselt 38,3 % ja 20-10 mm fraktsiooni 26,6 %. Liiva plokkides on mõnevõrra suurem 10 – 5 mm fraktsioon: plokis 4 keskmiselt 38,2 % ja plokis 5 keskmiselt 50,9 %.

Kruusafraktsioonist võetud ühisproovi kruuskillustiku füüsikalise-mehaanilised omadused on teedehituses killustiku kolmandale klassile vastavad. Purunemiskindlus Los Angelese katsel fraktsiooniga 10/14 annab tulemuseks 29 %. Eesti Asfaldiliidu standardi „Asfaldinormid” nõuete kohaselt peab killustiku purunemiskindlus olema ≤ 30 , et vastata vähemalt III klassi killustikunõuetele.

Külmakindlusele esitatavate nõuete kohaselt vastaks kruuskillustiku klass ka I klassi nõuetele (≤ 2 %). Hagudi II uuringuruumist võetud kruusa ühisproovi katsetulemused on: fraktsiooniga 8/16 – 1,0 %. Kokkuvõttes võib pidada kruusa füüsikalise-mehaaniliste tulemuste järgi heaks materjaliks.

7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Hüdrogeoloogilistest töödest tehti uuringuruumis vaid veetaseme mõõtmisi kaevandites. Veetase on fikseeritud uuringuruumis kolmes uuringute käigus rajatud šurfis (Š-4, Š-9, Š-15) (graafiline lisa 3). Veetaseme abs kõrgused jäävad vahemikku 63,63 – 65,12 m (keskmine 64,24 m). Tulemused on toodud tabelis 7.1.

Jrk. nr	Puur- augu nr	Suudme abs kõrgus, m	Kaevandi sügavus, m	Uuritud abs kõrgus, m	Kasuliku kihi paksus, m	Veetaseme sügavus, m	Veetaseme abs kõrgus, m
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Š - 4	69,52	6,0	63,52	5,1	4,4 (09.01.08)	65,12
						5,6 (02.06.08)	63,92
2	Š - 9	68,93	5,3	63,63	1,7+	4,4 (09.01.08)	64,53
						5,3 (02.06.08)	63,63
3	Š - 15	69,61	6,0	58,33	5,4+	5,6	64,01
Keskmine		69,35	5,8	61,83	4,1+	5,1	64,24

Tabel 7.1 Uuringukaevandite andmed

Tabelist 7.1 ja graafiliselt lisalt 1 näeme, et veetase uuringuruumis on avaldunud vaid uuringuruumi põhjaosas ühes šurfis ning lääneservas kahes kaevandis. Kuna uuringute ajal oli tegu tavapäratult kõrge pinnaseveetasemega, siis tehti 02. juunil 2008. a kaks kontrollkaevandit vahetult olemasolevate šurfide Š-4 ja Š-9 kõrvale. Kontrollkaevandid näitavad, et veetase oli langenud ligikaudu 1 m võrra.

Kuigi pinnasevee tase saadi kätte kolmes uuringuruumi rajatud šurfis, on enamik kaevandeid uuritud allapoole kolme kaevandi keskmist põhjaveetaset ning selle keskmine horisont jääb allapoole uuritud sügavust. Seega võib eeldada, et kaevandamisel ei tekki veekogu ning kolmes šurfis mõõdetud veetase on lokaalne ning kaevandamisel ajutised.

Markšeidermõõdistusi kõrvalasavas Hagudi-Väljapere karjääris on teinud aastaid OÜ J. Viru Markšeideribüroo. Nende andmetel on seal veetasemed erinevates karjääriosades olnud järgnevad:

Mõõdistamise kuupäev	Pinnasevee taseme abs kõrgus, m
1	2
13.04.2005	65,55
13.04.2005	65,39
03.11.2006	64,97
03.11.2006	64,87
03.11.2006	65,00
03.11.2006	65,20

1	2
12.03.2008	65,37
12.06.2008	65,54
12.06.2008	65,60
Keskmine	65,28

Tabel 7.2. Hagudi-Väljapere karjääris mõõdistatud veetasemed

Kõrvalkarjääri keskmine veetase on ligikaudu meetri võrra kõrgem. Sealne veetase on seotud veepideva lamamiga.

Tulevikus saab uurida täiendavalt Hagudi II uuringuruumi karjääri põhja, kuna praktiliselt kogu alal on jälgitud kruusa- ja liivakihi jätkumist allapoole uuritud sügavust. Sel juhul oleks võimalik väljata ka Hagudi II uuringuruumi veealused varud.

8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Mäenduslikud tingimused karjäärialal on üsna soodsad. Uuringuruumi kõrval asub tegutsev karjäär ning piirkond on üldiselt vähe asustatud. Samuti on väga heas juurdepääs planeeritavale karjäärile ning hea teedevõrk.

Kattekihi paksus alal on 0,6-3,6 m (keskmine 1,3 m), kasuliku kihi paksus varieerub 1,5-6,1 m (keskmine 4,4 m), mille lamamit suures osas uuringutel tehtud šurfidega kätte ei saadud.

Uuringuruumi piires on esialgu võimalik kaevandada veepealset varu, kuid karjääri on võimalik laiendada ning varusid suurendada karjääri sügavuti uurides. Välja arvatud põhjapiiril, kus Š-1...Š-5 on kasuliku kihi lamam avatud käeoleva uuringuga. Ala on kaetud suures osas metsaga, seega puud tuleb enne kaevandamise algust raadata.

Olenevalt arendaja soovidest ning vajadusest saab karjääri rajada ka purustus- ning sorteerimissõlme, mis võimaldab selekteerida eriteralise kruusa ja liiva. Kuna kasuliku kihi paksus on muutlik, on vaja kaevandada mitmeastmeliselt, mis lubab ka paremini juhtida väljatava materjali kvaliteeti.

Pinnasevesi kaevandamist segama ei hakka. Kõrgvee perioodil suurte sadudega tõenäoliselt jääb karjääri põhi ala põhjaosas veepiirist allapoole. Seega tuleb seelses osas rakendada meetmeid karjääri tagasitäitmise suhtes. Hagudi II uuringuruumi šurfidest mõõdetud veetasemed on tõenäoliselt lokaalsed ning kaovad kaevandamise alustamisel.

9. KESKKONNAKAITSE

Uuringuruumis ja selle läheduses keskkonnakaitsealasi alasid ei ole. Kruusa kaevandamise praktika piirkonnas näitab, et kaevandamisega ökoloogilisi tingimusi praktiliselt ei ole kahjustatud.

Uuringu käigus rajatud šurfid on peale proovide võtmist likvideeritud ja nende ümbruse olukord viidud uuringueelsesesse seisundisse, mille kohta on koostatud ka vastav akt (lisa 13).

Kaevandamise eeltööna tuleb alal raadata mets ning paljandustööde käigus kooritud mullakiht eemaldada ning säilitada (vajadusel tagasitäide). Ammendatud karjäär korrastatakse metsamaaks. Veepealse maavara väljamine pinnase veerežiimis muutusi ei tekita.

Kaevandamisel tuleb viia õhusaastamine tolmu- ja müra- ning müra- ja müra- vastavusse normatiivide nõuetele ning vältida kütuse ja õli sattumist pinnasesse.

10. VARU ARVUTUS

Varu arvutuse aluseks on topoplaan mõõtkavas 1:1000 (graafiline lisa 1), geoloogiliste välitööde tulemused ning laboratoorsete katsete andmed.

Uuringuruumis, mille üldpindala on 22,93 ha, tehti maavara varu arvutus kaheksas plokis (graafiline lisa 2), millest kruusa plokid (3-1, 3-2, 3-3, 3-4) hõlmavad uuringuruumi idaosa 7,78 ha suuruselt. Ala keskele jäävad 14,26 ha suuruselt plokk 4-1, 4-2, 4-3, mille koostiseks on eritraline liiv ja kruus, uuringuruumi lääneserva on jäetud kuni 30 m teetervik, mille liivavarud on antud passiivse tarbevaruna 0,88 ha pindalal.

Pindalaselt on plokid kontuuritud uuringuruumi, katastriüksuse, kaevandite ning abi- või interpoleerimise punktidega. Piiripunktide koordinaadid ja pindala arvutus on toodud lisas 10, 11. Uuritud alal kaevandite vahed kaugused jäävad 70 – 200 m vahemikku, mis võimaldab varu uurituse taseme järgi hinnata tarbevaruna.

Vastavalt tellimiskirjale, soovis arendaja uuringut ja kasuliku materjali varu arvestust teha nii, et kasuliku kihi minimaalseks paksuseks arvestada minimaalselt 1 m, kuid katendi paksus ei ole määratletud. Erandjuhtudel võib katend ületada kasuliku kihi paksust. Juhul kui varud jäävad allapoole pinnaseveetaset, palub arendaja varud arvestada nii, et metsastamiseks ettenähtud 0,7 m pinnast veetasemest kõrgemal garanteeritakse tagasitäitmise teel katendimaterjaliga. Tellija soovib käesolevaga kaevandada vaid veepealse varu.

PLOKK 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 on pindalaliselt välja eraldatud uuringuruumi idaosas. Plokkid on jaotatud osaplokkideks maavara kasutuse võimalikkusest lähtuvalt (teeterviku alla jäetakse passiivse tarbevaru plokk).

Plokk 3-1 (1,50 ha) on piiritletud uuringuruumi nurgapunktiga 4 ja lisapunktidega P-18, P-17, P-16, P-15, P-14, P-13, P-12, P-10, P-3 ja P-2. Plokk 3-2 (1,54 ha) on piiritletud punktiga 6 ning lisapunktidega P-19, P-20, P-21, P-22, P-23, P-24, P-25, P-26, P-27, P-28 ning plokk 3-3 (3,72 ha) punktiga 7 ja lisapunktidega P-29, P-30, P-31, P-11, P-4, P-5, P-6. Kruusa passiivse tarbevaru plokk 3-4 (1,02 ha) on määratud punktiga 5 ja lisapunktidega P-19, P-20, P-21, P-22, P-23, P-24, P-25, P-26, P-27, P-28, P-29, P-30, P-31, P-11, P-10, P-12, P-13, P-14, P-15, P-16, P-17, P-18.

Plokkide piiresse jääb 5 kaevandit, mille kaalutud keskmiste andmetel kasuliku kihi materjal kõikides uuringupunktides vastab ehituskruusale esitatavatele nõuetele: kruusa sisaldus 34,2-61,6 % (keskmine 51,2 %); savi- ja tolmuosakeste sisaldus 1,1-5,1 % (keskmine 3,0 %); liiva peensusmoodul 1,8-2,5 % (keskmine 2,1 %). Vt tabel 6.1.

Kaevanditest võetud proovide põhjal ei vastanud eraldi võetuna kruusa kvaliteedile Š-4 intervall 4,4 – 5,7 m (ehitusliiv mooduliga 2,1, kruusa sisaldus 32,9 %, savi- ja tolmuosakesi 5,0 %); Š-6 intervall 3,4-7,0 m (ehitusliiv mooduliga 1,8, kruusa sisaldus 34,2 %, savi- ja tolmuosakesi 3,5 %) ja Š-13 intervall 3,8 – 6,3 m (ehitusliiv mooduliga 1,8, kruusa sisaldus 34,4 %, savi- ja tolmuosakesi 4,9 %). Samas kaevandite kaalutud keskmistena olid kõik uuringupunktid kruusa kvaliteedile vastavad (vt tekstilisa 5).

Kattekihi paksus on ploki piires 0,6-1,1 m (keskmise 0,9 m), kasuliku kihi paksus varieerub 4,5-6,1 m (keskmise 5,4 m), mille paksused osaliselt sügavuse suunas jätkuvad (tabel 10.1).

Jrk nr	Kae-vandi nr	Katendi paksus, m	sh kasvukihi paksus, m	Kasu-liku kihi paksus, m	Materjali kvaliteet			
					Kruusa sisaldus, %	Savi- ja tolmuosa-keste sisaldus, %	Liiva peensus-moodul	Materjali nimetus
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Š-4	0,6	0,6	5,1	54,0	2,7	2,3	EK
2	Š-5	0,9	0,3	4,5	48,7	1,8	3,4	EK
3	Š-6	1,1	0,3	5,9+	43,0	3,3	1,9	EK
4	Š-7	0,9	0,2	6,1+	57,6	4,4	2,4	EK
5	Š-13	1,1	0,3	5,2	45,1	2,9	1,8	EK
Keskmine		0,9	0,3	5,4+	50,6	3,0	2,4	EK

Tabel 10.1. Plokkide 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 kasuliku kihi põhinäitajad

Varuplokkide katendi maht ja varu arvutus tehti arvutiprogrammis MapInfo Vertical Mapper (lisa 11).

Katendi maht on **14 tuh m³** (sh kasvukiht $0,3 \times 1,50 = 5 \text{ tuh m}^3$) plokis 3-1, **15 tuh m³** (sh kasvukiht $0,3 \times 1,54 = 5 \text{ tuh m}^3$) plokis 3-2, **40 tuh m³** (sh kasvukiht $0,3 \times 3,72 = 11 \text{ tuh m}^3$) plokis 3-3 ning **11 tuh m³** (teetamm) plokis 3-4.

Ploki 3-1 ehituskruusa aktiivse tarbevaru maht saadi Vertical Mapperi kalkulasioonist **65 tuh m³**, plokis 3-2 **75 tuh m³**, plokis 3-3 **213 tuh m³** ning plokis 3-4 **52 tuh m³**. Katendi keskmiseks paksuseks eelnimetatud plokkide piires on 1,0 m, kasuliku kihi keskmine paksus 5,2 m.

PLOKK 4-1, 4-2, 4-3 on pindalaliselt välja eraldatud uuringuruumi keskosas. Plokk 4-1 (pindala 13,22 ha) on piiritletud uuringuruumi varu arvutuse lisapunktidega P-9, P-2, P-3, P-10. Ploki 4-2 (0,80 ha) piiriks on punkt 8 ja lisapunktid P-7, P-1, P-8, P-11, P-4, P-5, P-6. Plokk 4-3 (0,24 ha) on moodustatud nurgapunktidest 2, 3 ja lisapunktidest P-9, P-10, P-11, P-8.

Plokkide piiresse jääb 7 kaevandit, ning arvesse võeti ka uuringuruumi lääneküljele rajatud Š-1, Š-9 ja Š-10. Laboritulemustest ning nendega tehtud arvutustest lähtudes, kasuliku kihi materjal vastab kaevandis Š-8 täiteliivale esitatavatele nõuetele, Š-14, Š-15 ehituskruusa nõuetele ning Š-1, Š-3, Š-9, Š-10, Š-11, Š-12 ehitusliiva kvaliteedile. Plokkide kruusafraktsiooni sisaldus on 0-63,3 % (keskmise 17,8 %); savi- ja tolmuosakeste sisaldus 2,6-11,4 % (keskmise 6,4 %); liiva peensusmoodul 0,9-2,6 % (keskmise 1,7 %). Vt tabel 6.1.

Kattekiht paksus on ploki piires 0,6-1,8 m keskmine 1,3. Kasuliku kihi paksus varieerub 1,5-5,3 m (keskmise 4,2 m). Kasuliku kihi lamam saadi kätte vaid Š-1 ja Š-3, ülejäänud kaevandites võib eeldada kasuliku kihi jätkuvat paksust.

Jrk nr	Kaevandi nr	Katendi paksus, m	Sh kasvukihi paksus, m	Kasuliku kihi paksus, m	Materjali kvaliteet			
					Kruusa sisaldus, %	Savi- ja tolmuosakeste sisaldus, %	Liiva peensusmoodul	Materjali nimetus
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Š-1	1,1	0,5	3,9	4,1	8,7	1,4	EL
2	Š-3	1,8	0,4	1,5	1,5	6,3	1,4	EL
3	Š-8	1,4	0,6	5,3+	0,0	6,7	0,9	TL
4	Š-10	1,1	0,3	4,6+	8,5	4,2	2,1	EL
5	Š-11	1,7	0,3	4,1+	2,3	4,5	1,7	EL
6	Š-12	1,5	0,2	5,2+	12,0	3,6	2,4	EL
7	Š-14	1,0	0,0	3,5+	60,8	5,7	2,2	EK
8	Š-15	0,6	0,6	5,4+	62,5	11,0	1,5	EK
Keskmine		1,3	0,3	4,2+	19,0	6,3	1,7	EL

Tabel 10.2. Plokkide 4-1, 4-2, 4-3 kasuliku kihi põhinäitajad

Plokis 4-1 on katendi maht **162 tuh m³** (sh kasvukiht $0,3 \times 13,22 = 40$ tuh m³), plokis 4-2 **12 tuh m³** (sh kasvukiht $0,3 \times 0,80 = 2$ tuh m³) ja plokis 4-3 **4 tuh m³** (teetamm).

Maavara varud plokis 4-1 olid arvutiprogrammi järgi **576 tuh m³**. Uuringupunktidest kasuliku kihi paksuse suhtarvuna osaprotsentides arvutatult 58 % moodustab ehitusliiv mahuga **334 tuh m³**, täiteliiv 16 % mahuga **92 tuh m³**, ehituskruus 26 % mahuga **150 tuh m³**. Plokis 4-2 saadi varudeks **22 tuh m³**, millest ehitusliiva **13 tuh m³**, täiteliiva **3 tuh m³** ja ehituskruusa **6 tuh m³**. Aktiivse reservvaru plokis 4-3 on maavaravarud **5 tuh m³**, millest ehitusliiva **3 tuh m³** ning täiteliiva kui ka ehituskruusa vastavalt **1 tuh m³**.

Plokk 5 eraldati välja arendaja soovil uuringuruumi lääneküljel teeterviku all. Ehitusliiva aktiivse reservvaru ploki suuruseks on 0,88 ha. Ploki kvaliteediomadused ning varu arvutati Š-1, Š-9 ja Š-10 andmetel.

Jrk nr	Kaevandi nr	Katendi paksus, m	Sh kasvukihi paksus, m	Kasuliku kihi paksus, m	Materjali kvaliteet			
					Kruusa sisaldus, %	Savi- ja tolmuosakeste sisaldus, %	Liiva peensusmoodul	Materjali nimetus
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Š-1	1,1	0,5	3,9	4,1	8,7	1,4	EL
2	Š-9	3,6	0,2	1,5	-	-	-	-
3	Š-10	1,1	0,3	4,6+	8,5	4,2	2,1	EL
Keskmine		1,9	0,3	3,3	6,3	6,5	1,8	EL

Tabel 10.3. Ploki 5 kasuliku kihi põhinäitajad

Ploki 5 katendi maht on **17 tuh m³** (sh kasvukiht $0,3 \times 0,88 = 3 \text{ tuh m}^3$), ehitusliiva aktiivse reservvaru maht **29 tuh m³**.

Kokkuvõtte Hagudi II uuringuruumi maavaravaru arvutuse tulemusest on toodud tabelis 10.5.

Ploki nr	Pindala	Katendi maht, tuh m ³	sh kasvukiht, tuh m ³	Maavara-varu kogus, tuh m ³	Materjali nimetus	Kategooria
1	2	3	4	5	6	7
3-1	1,50	14	5	65	EK	Ta
3-2	1,54	15	5	75	EK	Ta
3-3	3,72	40	11	213	EK	Ta
3-4	1,02	11	-	52	EK	Tp
4-1	13,22	162	40	334, 92, 150	EL, TL, EK	Ta
4-2	0,80	12	2	13, 3, 6	EL, TL, EK	Ta
4-3	0,24	4	-	3, 1, 1	EL, TL, EK	Tp
5	0,88	17	3	29	EL	Tp
Kokku	22,92	275	66	1037	EK, TL, TL	Ta, Tp

Tabel 10.5. Hagudi II uuringuruumi maavaravaru arvutuse tulemused

11. KOKKUVÕTE

Hagudi II uuringuruumis (pindala 22,93 ha) 2008. a tehtud geoloogilise uuringu tulemuste alusel arvutati 22,93 ha pindalal ülalpool veetaset maavara varu järgnevalt:

- ehituskruusa aktiivne tarbevaru

65 tuh m³ (plokk 3-1, 1,50 ha)

75 tuh m³ (plokk 3-2, 1,54 ha)

213 tuh m³ (plokk 3-3, 3,72 ha)

150 tuh m³ (plokk 4-1, 13,22 ha, 26 % kogu plokist)

6 tuh m³ (plokk 4-2, 0,80 ha, 26 % kogu plokist)

- ehitusliiva aktiivne tarbevaru

334 tuh m³ (plokk 4-1, 13,22 ha, 58 % kogu plokist)

13 tuh m³ (plokk 4-2, 0,80 ha, 58 % kogu plokist)

- täiteliiva aktiivne tarbevaru

92 tuh m³ (plokk 4-1, 13,22 ha, 16 % kogu plokist)

3 tuh m³ (plokk 4-2, 0,80 ha, 16 % kogu plokist)

- ehituskruusa passiivne tarbevaru

52 tuh m³ (plokk 3-4, 1,02 ha)

1 tuh m³ (plokk 4-3, 0,24 ha)

- ehitusliiva passiivne tarbevaru

3 tuh m³ (plokk 4-3, 0,24 ha)

29 tuh m³ (plokk 5, 0,88 ha)

- täiteliiva passiivne tarbevaru

1 tuh m³ (plokk 4-3, 0,24 ha)

Eelnimetatud kogused esitatakse Keskkonnaministeeriumile kinnitamiseks seisuga 01.07.2008.

12. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Keskkonnaministri 26. mai 2005.a määrus nr 44. Üldgeoloogiline uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord.
2. Keskkonnaregistri maavarade nimistu registrikaart nr 0724.
3. Maapõueseadus (RT I 2004, 84, 572; 2005, 15, 87, 67, 512; 2006, 14, 109, 58, 439; 2007, 42, 303, 66, 408).
4. Sinisalu R, 1982. Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne.
5. Sinisalu, R, 1999. Aruanne Rapla maakonna Hagudi-Väljapere uuringualale rajatava kruusakarjääri geoloogilisest uuringust.