

OÜ Inseneribüroo STEIGER

Lagenõmme kruusamaardla Lagenõmme V uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.06.2009)

Töö nr 09/0444

Tallinn 2009

Kinnitan:

Erki Niitlaan
Juhatuse liige

.....

Geoloogilise uuringu tegi:

Roman Kotenjoy
Geoloogiainsener

.....

ANNOTATSIOON

Lagenõmme kruusamaardla Lagenõmme V uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.06.2009).

Aruanne ühes köites, 29 lk teksti, 15 tekstilisa, 3 graafilist lisa. OÜ Inseneribüroo STEIGER. Aadress: Männiku tee 104, 11216 Tallinn, 2009.

Lagenõmme V uuringuruum teenindusala pindalaga 20,28 ha asub Saare maakonna Kihelkonna vallas Kihelkonna metskonna XXI maatükil. Uuring tehti AS Saare Erektellimisel. Uuringu käigus rajati kokku 18 šurfi üldmetraažiga 106,8 m. Kaevanditest võeti kokku 36 proovi, millest määrati materjali lõimis, liiva filtratsioonikoefitsient ning kruusa fraktsioonist valmistatud kruuskillustikust määrati purunemiskindlus Los Angelese katsel ja külmakindlus. Kattekihi paksus uuringuruumis varieerub 0,3 - 0,6 m vahemikus (keskmiselt 0,5 m). Kasuliku kihi uuritud paksus varieerub vahemikus 4,8 - 6,3 m (varu arvutuse keskmine paksus on 5,4 m), mis on esindatud veeriselise kruusaga, kruusaka liiva ja kohati peeneteralise liivaga.

Lagenõmme V uuringuruumis hinnati maavaravaru 19,21 ha pindalal kolmes plokis järgmiselt:

- ehituskruusa aktiivse tarbevaruna 1 031 tuh m³,
 - ehitusliiva aktiivse tarbevaruna 70 tuh m³,
 - eriotstarbelise liiva aktiivse tarbevaruna 5 tuh m³,
- mis esitatakse kinnitamiseks Keskkonnaministeeriumile.

Võtmesõnad: Saare maakond, Kihelkonna vald, Lagenõmme kruusamaardla, ehituskruus, ehitusliiv, eriotstarbeline liiv, aktiivne tarbevaru.

Koostas:

Roman Kotenjov

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS.....	6
2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS JA UURITUS..	7
3. UURINGURUUMI GEOLOOGILISE EHTITUSE ISELOOMUSTUS	10
4. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD.....	11
4.1 Kaevandite rajamine	11
4.2 Proovide võtmine	11
4.3 Laboratoorsed uuringud	11
4.4 Topotööd	11
4.5 Kameraaltööd	12
5. MAAVARA KVALITEET	13
6. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED.....	16
7. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED.....	18
8. KESKKONNAKAITSE	19
9. VARU ARVUTUS.....	20
10. KOKKUVÕTE.....	25
11. KASUTATUD KIRJANDUS.....	26
12. FOTOD	27

TEKSTILISAD

1. Tellimiskiri.....	30
2. Uuringuluba SAAM-022	31
3. Kaevandite kataloog.	34
4. Loodusliku materjali granulomeetrilise koostise tabel.	35
5. Väljasõelutud liiva fraktsioonide sisalduste ja teiste näitajate tabel.....	38
6. Väljasõelutud kruusa fraktsioonide sisalduse tabel.	44
7. Loodusliku materjali lõimise ja liiva filtratsioonimooduli analüüsi tulemused (AS Teede Tehnokeskuse labori katseteprotokoll).	46
8. Kruuskillustiku külmakindluse ja purunemiskindluse katsete analüüsi tulemused (AS Teede Tehnokeskuse labori katseteprotokoll).	49
9. Varu arvutuse plokkide piiripunktide koordinaadid ja pindalad.	50
10. Varu arvutuse tulemused	51
11. Kaevandite geoloogilised kirjeldused.	52
12. Topotööde seletuskiri.....	61
13. Kaevandite likvideerimise akt	62
14. Kihelkonna Vallavolikogu määrus tee kaitsevööndi laiusest	63
15. Tellija arvamus tehtud tööde kohta.....	64
Ekspertarvamused	
Eesti Maavarade Komisjoni protokoll	
Keskkonnaministri varu kinnitamise käskkiri	

GRAAFILISED LISAD

1. Topograafiline ja varu arvutuse plaan. Mõõtkava 1:2000
2. Geoloogilised läbilõiked. Mõõtkava hor. 1:2000, vert. 1:100
3. Kaevandite geoloogilised tulbad. Mõõtkava vert. 1:100

1. SISSEJUHATUS

OÜ Inseneribüroo STEIGER tegi Lagenõmme kruusamaardlas Lagenõmme V uuringuruumi geoloogilise uuringu AS Saare Erek tellimusel (lisa 1), geoloogilise uuringuloa SAAM-022 alusel (lisa 2). Uuringu eesmärgiks oli selgitada Lagenõmme V uuringuruumis kaevandamiseks sobiva maavara levikut, kasuliku kihi paksust, materjali kvaliteeti ja kaevandamistingimusi, mis võimaldaksid hinnata maavara kogust aktiivse tarbevaruna, et hiljem taotleda sellele alale maavara kaevandamise luba kuna töös olev karjäär on ammendumas. Materjali kasutamise eesmärk on tavaehitus ja teedeehitus. Samal ajal tehti uuringuruumi teenindusalast vahetult lõunasse jääva Lagenõmme IV uuringuruumi geoloogiline uuring (uuringuluba SAAM-020), mille välitöö ja labori tulemusi ka käesolevas töös kasutatakse.

Kasuliku kihi paksuse määramiseks kasutati pika noolega ekskavaatorit, millega rajati kuni 6,7 m sügavused kaevandid (šurfid). Uuringukaevanditest võeti proovid laboratoorseteks määranguteks. Loodusliku materjali lõimise, liiva filtratsiooni koefitsiendi ning kruuskillustiku füüsikalise-mehaaniliste näitajate määrangud tehti OÜ Teede Tehnokeskuse laboratooriumis (lisa 7, 8). Topograafilised väli- ja kameraaltööd tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER (lisa 12). Geoloogilised välitööd ja kameraaltööd tegi ning aruande koostas geoloogiainsener Roman Kotenjoy.

2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS JA UURITUS

Lagenõmme V uuringuruum teenindusala pindalaga 20,28 ha paikneb Saare maakonnas Kihelkonna vallas Viki küla territooriumil, Kuressaare-Kihelkonna maanteest 2,3 km kaugusel lõunas. Uuringuruum jääb Eesti 1:50 000 baaskaardi lehele nr 5142 ja selle keskosa geograafilised koordinaadid on 58°19'13" pl ja 22°7'54" ip.

Uuringuruumi teenindusala on välja venitatud põhja-lõuna suunas, pikkusega ligi 850 m ja laiusega ligi 300 m ning asub Kihelkonna metskonna XXI maatükil (katastriüksuse tunnus 30101:005:0182, üldpindala 464,7 ha), mille kasutamise sihtotstarve on maatulundusmaa. Uuringuruumi teenindusala on täies ulatuses kaetud segametsaga ning jääb osaliselt Lagenõmme kruusamaardla (reg. kaart nr 0130) aktiivse reservvaru plokile 9 (joonis 1). Teenindusala vahetult lõunasse ja läände jäävad kohaliku tähtsusega kruusateed.

Uuringuruumi teenindusala vahetult põhjasuunda jääb AS Saare EPT kruusakarjäär Lagenõmme III ning Saarte Teedevalitsusele kuuluv Lagenõmme I kruusakarjäär. Teenindusala põhjapoolseimast nurgast 70 m kaugusele kirdesse jääb AS-i Saare Ereki Lagenõmme II karjäär. Uuringuruumist vahetult lõunasse jääb Lagenõmme IV uuringuruum, mille välitööd tehti samal ajal AS Saare EPT tellimisel.

Lagenõmme kruusamaardlat on uuritud otsingu-hinnanguliste tööde (Saadre, 1976; Sinisalu, 1984) ja detailuuringute käigus (Rahumäe, 1981, 1985; Tuuling, 1992).

Mõned varasemate uuringute puuraugud jäävad uuringuruumi teenindusale või selle lähiümbrusse. Enamik puurauke on proovitud ja seotud praeguse topoplaaniga. Käesolevas aruandes annavad need puuraugud informatsiooni kasuliku kihi võimaliku paksuse ja materjali kvaliteedi kohta nii uuringuruumis kui ka selle lähiümbruses. Kasuliku kihi materjali kvaliteedi iseloomustuses ja varu arvutuses neid andmeid ei kasuta kuna puurimisel saadud andmed on moonutatud.

Lagenõmme kruusa leiukoht eraldati välja 1976. a Geoloogia Valitsuse Põhja-Eesti otsingulis-hinnanguliste tööde käigus (Saadre jt, 1976). Leiukohas puuriti 27 puurauku. Leiukoha varu hinnati C₂ kategoorias. Selle uuringu puuraugud jäävad Lagenõmme V uuringuruumi teenindusale või selle lähedusse. Puurauk PA-218 jääb teenindusala ~15 m põhjasuunas, PA-215 – ala edelanurgast ~75 m läände ja PA-204 -teenindusala kagunurka. Puuraugud on proovitud.

Kingissepa EPT tellimisel uuris 1981. a RPI „Eesti Põllumajandusprojekt” Lagenõmme kruusaleiukohta, mille tulemuste alusel anti 1982. a välja Saare EPT-le kaevandamisluba Lagenõmme III mäeeraldisele (Rahumäe, 1981). Kaks selle uuringu puurauku (PA-1 ja 2) jäävad Lagenõmme V uuringuruumi teenindusala põhjaossa. Puuraugud on proovimata.

1984. a Eesti NSV Geoloogia Valitsus tegi Lääne-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnangulised tööd (Sinisalu jt, 1984), mis hõlmasid ka Lagenõmme leiukoha piirkonda. Üks selle uuringu puurauk PA-40 jääb teenindusala keskosast ~12 m läände. Puurauk on proovitud.

ENSV AT ja MM Teede Remondi ja Ehituse Trusti tellimusel tegi 1985. a RPI „Eesti Põllumajandusprojekt” Eesti EPT Lagenõmme III mäeeraldisest vahetult põhjapool uue karjääri avamiseks vajalikud geoloogilised uuringud (Rahumäe 1985). Selleks rajati 4 šnekipuurauku (PA-1-4) sügavusega 11-15 m. Kasuliku kihi kogupaksuseks saadi 10,7 - 14,7 m. Läbilõike ülemises osas esines veeriseline kruus kihipaksusega 3,2 - 7,7 m (keskmine 4,0 m), alumises peeneteraline liiv kruusa vahekihtidega ja kohati väga peeneteraline tihe liiv (kihi keskmine paksus 7,6 m). Materjalist laborimääranguid ei tehtud, kuid visuaalselt hinnati kvaliteetseks. Lamamiks on liivsavimoreen ja see avati kahes puuraugus 11,5 ja 12,5 m sügavusel. Kruusavaru hinnati 184 tuh m³ ja liivavaru 350 tuh m³, s.h allpool veetaset vastavalt 50 ja 253 tuh m³ uurituse taseme järgi C₁ kategoorias. Uuringu tulemuste alusel vormistati 1985. a Saaremaa TREV'ile 4,67 ha'l Lagenõmme I mäeeraldis.

1991. aastal tegi RE Eesti Geoloogiakeskus Kuressaare Remondi- ja Ehitusvalitsuse tellimusel Lagenõmme kruusliivamaardla täiendava detailuuringu 4,76 ha pindalal (Tuuling, 1992). Sellele uuringu tulemuste alusel anti 2003. a AS-le Saare Ere välja kaevandamiseluba Lagenõmme II mäeeraldisele.

1994. a hinnati ümber Lagenõmme I karjääri (Riis, 1994) ja Lagenõmme III mäeeraldiste (Treiman, 1994) jääkvaru. 2006. aastal tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER AS Saare Ere tellimusel Lagenõmme II mäeeraldisel maavaravaru ümberhindamise (Kattai jt, 2006) ja 2008. aastal Saarte Teedevalitsuse tellimusel Lagenõmme I kruusakarjääri täiendava varu arvutuse (Kattai, Kotenjoy, 2008).

1997. a kinnitati kogu maardla maavaravaru ümber (EMK 21.05.1997 protokolliline otsus nr 97-20). Maardla varu hinnati 20 plokis ja võeti arvele riiklikus registris kohaliku tähtsusega kruusamaardlana (registrikaart nr 0130) pindalaga 114,89 ha.

Seisuga 31.07.2008. a on varu maardlas arvel 28 plokis 117,37 ha pindalal.

Joonis 1. Lagenõmme V uuringuruumi teenindusala asendiplaan. (M 1:7 500).

3. UURINGURUUMI GEOLOOGILISE EHTUSE ISELOOMUSTUS

Lagenõmme kruusamaardla paikneb nn Saaremaa keskkõrgustiku idanõlval ja kujutab endast põhja-lõunasuunalist 3,5 km pikkust ja 300-400 m laiust kruusa ja liiva levikuala, kus jääliustiku tegevuse tulemusel on tekkinud otsamoreenseljandik, mille nõlva katavad fluvioglatsiaalsete deltade setted ja mis äärealadel vahelduvad limnoglatsiaalsete setetega (Tuuling, 1992). Kasulikuks kihiks selles piirkonnas on veeriseline kruus, kruusakas liiv ning eriteralise liivad.

Uuringuruumi teenidusala maapinna reljeef loodepoolses osas jääb abs kõrguste 43 - 45 m vahemikku ning maapinna tõus on jälgitav ida-kagu suunas. Teenidusala kagupoolses osas on edela-kirde suunaline seljandik laiusega 160-200 m, mille abs kõrgused jäävad 47 - 52 m vahemikku (graafiline lisa 1, joonis 3). Seljandiku materjali ülemine osa on enamuses esindatud veeriste ja munakatega läbimõõduga kuni 1,5 m, mis oli fikseeritud surfides Š-13...16, 18, 20 ja visuaalselt seljandiku pinnal.

Kasuliku kihi materjal on enamuses esindatud erineva terasuurusega veeriselise kruusaga ja kohati kruusaka liivaga. Kaevandite geoloogilised kirjeldused on toodud tekstilis 10, geoloogilised tulbad ja läbilõiked graafilistel lisadel 2 ja 3. Geoloogilise uuringu andmetel on uuringuruumi geoloogiline ehitus järgmine:

- kattekihiks on 0,1 - 0,4 m paksune kasvukiht ning kohati selle all esinev orgaanikarikka liiva kiht paksusega kuni 0,4 m, mis kohati on kruusasegused. Kattekihis ja kasuliku kihi ülemises osas esinevad kohati karbonaatsed ja tardkivimilised veerised ning munakad läbimõõduga kuni 0,6 m (Š-12...19, foto 2). Šurfis 20 oli nii kattekihis kui ka kasuliku kihi ülemises osas fikseeritud munakad läbimõõduga kuni 1,5 m (foto 4);
- šurfidega uuritud kasuliku kihi paksus uuringuruumis ulatub 6,3-meetrini. Kasuliku kihi materjaliks on enamuses eriteralise veeriselised kruusad (foto 3), mis allapoole kohati muutuvad peenkruusaks (Š-2, 9, 8, 12, 19). Ala põhjapoolses osas kasuliku kihi alumises osas esinevad peeneteralise liiva (Š-2) ja kruusaka liiva (Š-2, 4, 8, 10, 11, 12, 14) vahelihid paksusega kuni 0,5 m ning toimub nende ja kruusa kihtide vaheldumine (Š-3, 5, 6, 7, foto 1). Kruusafraktsiooni ja veeriste sisalduse suurenemine uuringuruumi piires on jälgitav lõunasuunas. Šurfis Š-1 kasuliku kihi alumine intervall (2,8 m) on esindatud väga peeneteralise liivaga, mille all oli fikseeritud lamami setendid. Vanade puuraukude andmete järgi kasulik kiht uuringuruumi piires ulatub 8,7 m-ni ja jätkub.
- kasuliku kihi lamamiks on tsementeeritud beežikashall saviliiv (liivsave) ning selle all lasuv tsementeeritud hall liivsave, mis oli fikseeritud Lagenõmme V uuringuruumi põhjanurgas šurfis Š-1 abs kõrgusel 39,81 m ja varesemate uuringu puuraukudes abs kõrgustel 34...39 m. Üldine lamami pealispinna tõus on jälgitav alast lõuna-edela-kagusuunas, kus kasulik kiht kiilub välja.

4. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD

4.1 Kaevandite rajamine

2009. a välitööde käigus (15-16.04.2009) rajati Lagenõmme V uuringuruumis 18 šurfi sügavusega 2,0-6,7 m, üldmetraažiga 106,8 m ja vahekaugustega 100 kuni 190 m. Kaevandite rajamiseks kasutati tellija poolt esitatud pika noolega lintekskavaatorit Doosan 225 LCV. Kaevandid likvideeriti kohe pärast geoloogilise läbilõike kirjeldamist ja proovide võtmist, milleks kasutati kaevanditest väljatõstetud materjali. Maapind tasandati ning korrastati (lisa 13).

Samal ajal rajati ka uuringuruumist vahetult lõunasse jääva Lagenõmme IV uuringuruumi kaevand ja võeti proovid. Käesolevas töös kasutatakse Lagenõmme IV šurfide Š-17 ja 18 andmeid.

4.2 Proovide võtmine

Proovid võeti šurfidest massproovi võtmise meetodil. Pärast kattekihi eemaldamist igast 0,5 m intervallist paigutati üks kopatais materjali eraldi, millest punktmeetodil võeti osaproovid ja ühendati koondprooviks kogu proovitava intervalli ulatuses.

Proovi pikkus sõltus liiva terasuse muutumisest ja oli 1,5-3,4 m piires (keskmiselt 2,7 m). Kruusa proovi mass oli kuni 35 kg ja liiva 2-3 kg. Kokku võeti Lagenõmme V uuringuruumi välitööde käigus 36 proovi üldpikkusega 96 m. Kruuskillustiku füüsikalise-mehaanilisteks katseteks võeti üks kruusa fraktsiooni koondproov massiga ~60 kg.

4.3 Laboratoorsed uuringud

Loodusliku materjali proovid saadeti AS Teede Tehnokeskuse laboratooriumisse lõimise ja liiva filtratsiooni koefitsiendi 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; <0,05 mm (lisa 7). Lõimis määrati GOST 8735 järgi ja liiva filtratsioonikoefitsient Sojuzdornii meetodil.

Laboratooriumis valmistati lõugpurustis šurfidest võetud kruusa koondproovist killustik, millest määrati purunemiskindlus Los Angeles'e katsel (EVS-EN 1097-2) ja külmakindlus vahetul külmutamisel (EVS-EN 1367-1) (lisa 8).

4.4 Topotööd

Uuringuruumi teenindusala topomöödistamise mõõtkavas 1 : 2000 tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER (litsents 666 MA). Piiripunktide ja kaevandite asukohtade koordinaadid (lisa 3 ja 9) on antud L-Est97 süsteemis, kõrgused Balti süsteemis. Kaevandite suudmed on seotud instrumentaalselt. Täiendavad andmed on esitatud topotööde seletuskirjas (lisa 12).

4.5 Kameraaltööd

Kameraaltööde käigus töödeldi läbi varesemate ning Lagenõmme V ja Lagenõmme IV uuringuruumi välitöödel saadud informatsioon ja laboriuuringute andmestik.

Kasuliku kihi kvaliteeti hinnati vastavalt keskkonnaministri 26.05.2005. a määrusele nr 44 „Üldgeoloogilise uurimistöo ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord”, mille alusel käsitletakse ehituskruusa maavarana, kui ta vastab järgmistele põhinõuetele:

- osakeste sisaldus läbimõõduga üle 5 mm mitte alla 35%;
- savi- ja tolmuosakesi mitte üle 20%.

Ehitusliivale esitatakse järgmised nõuded:

- peensusmoodul $\geq 1,3$;
- savi- ja tolmusisaldus mitte üle 10%;
- osakeste läbimõõduga üle 5 mm sisaldus alla 35%.

Selle määruse järgi soovitatakse nendele nõuetele mittevastavat materjali vaadelda kui eriotstarbelist liiva või eriotstarbelist kruusa.

5. MAAVARA KVALITEET

Kasuliku kihi materjali kvaliteedi hindamiseks kasutati ainult Lagenõmme V ja Lagenõmme IV uuringuruumide uurimistööde käigus saadud andmeid. Proovide laboratoorsete uuringute tulemused ning nendega tehtud arvutused on toodud tekstilisades 4...6.

Looduslik materjal on nii pindalalises ja kui vertikaalses levikus koostiselt üsna ühtlane ning enamuses on esindatud veeristerohke kruusaga. Ainult uuringuruumi põhjapoolses osas kruusa kihi all on materjalis jälgitav kihiline struktuur, mis on esindatud kruusa, kruusaka liiva või väga peeneteralise liivaga. Seoses sellega tekkis võimalus välja eraldada kolm erinevat plokki: kruusa (plokk 29), liiva (plokk 30) ja eriotstarbelise liiva plokk (plokk 31). Tabelis 5.1 on toodud Lagenõmme V uuringuruumi ja sellest vahetult lõunasse jäävate Lagenõmme IV kaevandite (4 proovi, šurf 17 ja 18) materjali koostis proovide järgi.

Uuringuruumi loodusliku materjali kvaliteedi näitajad varieeruvad järgmiselt:

- kruusa fraktsiooni sisaldus – 9,9 - 75,3% (keskmiselt 56,8%);
- savi- ja tolmuosakeste sisaldus – 0,7 - 4,5% (keskmiselt 1,8%);
- liiva peensusmoodul – 2,3 - 2,8 (keskmiselt 2,3);
- liiva filtratsiooni koefitsient – 0,8 - 4,6 m/ööp (keskmiselt 3,2).

Ploki 29 (pindala 19,21 ha) materjal vastab kõikidest šurfidest võetud 36 proovi analüüside tulemuste andmete alusel (summaarne pikkus 96,3 m, ehk 91 % kogu proovitud intervallist) looduslikul kujul ehituskruusale esitatavatele nõuetele:

- kruusa fraktsiooni sisaldus – 37,0 - 75,3%% (keskmiselt 60,3%);
- savi- ja tolmuosakeste sisaldus – 0,7 - 4,5% (keskmiselt 1,8%);

Suurimate kruusaterade fraktsiooni >70 mm keskmine sisaldus kruusas on 8,3 %. Peenemate fraktsioonide sisaldus kruusas on oluliselt kõrgem: 70 - 40 mm - 33,6%; 40 - 20 mm - 29,0%; 20 - 10 mm - 17,1%; 10 - 5 mm - 12,0%. Kruusa ja veeriste sisalduse suurenemine plokis on jälgitav lõuna suunas (joonis 2).

Kruusaterad on esindatud valdavalt karbonaatsete kivimite (~80%) purdosakestena, mis enamuses on keskmiselt kulutatud. Kohati ilmuvad ka munakad ja rahnud. Kruusa täiteks on peene- kuni jämedateraline liiv, savi ja tolmuosakeste sisaldusega 1,7-9,5% (keskmiselt 4,7%), peensusmooduliga 1,7-2,8 (keskmiselt 2,3) ning filtratsiooni koefitsiendiga 0,8-4,6 m/ööp (keskmiselt 3,3).

Kruusa fraktsioonist valmistatud kruuskillustikust oli Los Angeles'e katsel fraktsiooni 10/14 mm kaalukadu 33 %, mis vastab killustikule kategooriale LA₃₅. Kruuskillustiku külmakindluse määramisel fraktsioonist 8/16 oli kaalukadu 0,8 %, mis annab killustikule kõrge, F₁ kategooria. Kruusast valmistatud killustikku võib kasutada ehitussegudes ja teede ehituses.

Plokk 30 (pindala 2,90 ha) on eraldatud ploki 29 lamamis, uuringuruumi põhjaosas, kus materjali koostist iseloomustatakse šurfide Š-4, 6 ja 7 kolme proovi (summaarne pikkus 7,2 m - 6%) lõimise analüüsi tulemuste andmete alusel (peene kuni keskmiseteraline liiv), mille järgi looduslikul kujul vastab materjal ehitusliivale esitatavatele nõuetele:

- kruusa fraktsiooni sisaldus – 24,5 - 34,7% (keskmiselt 30,4%);
- savi- ja tolmuosakeste sisaldus – 1,3 - 2,4% (keskmiselt 2,0%);
- liiva peensusmoodul – 1,5 - 2,0 (keskmiselt 1,8);

Plokk 31 (pindala 0,19 ha) oli eraldatud plokki 29 lamamis – plokist 30 põhjapoole. Ploki materjali koostist iseloomustatakse ainult šurfi Š-1 ühe proovi (pikkus 2,8 m – 3 %) lõimise analüüsi tulemuste andmete alusel (väga peeneteraline liiv), mille järgi looduslikul kujul materjal ei vasta ehituskruusale ega ehitusliivale esitavatele nõuetele ja materjal võib vaadelda kui eriotstarbelist liiva:

- kruusa fraktsiooni sisaldus – 9,9 %;
- savi ja tolmuosakeste sisaldus – 3,2 %;
- liiva peensusmoodul – 1,2;
- liiva filtratsiooni koefitsient – 4,0 m/ööp.

Näitajad	Ehituskuus (plokk 29)	Ehitusliiv (plokk 30)	Eriotstarbe- line liiv (plokk 31)	Kokku
Proovide arv / jm / %	36 / 96,3 / 91	3 / 7,2 / 6	1 / 2,8 / 2	40 / 106,3 / 100
Loodusliku materjali koostis				
Kruusa sisaldus (frakts. >5 mm), %	37,0-75,3 (60,3)	24,5-34,7 (30,4)	9,9	9,9-75,3 (56,8)
Liiva sisaldus (0,05-5,0 mm), %	23,8-61,9 (37,9)	64,0-73,3 (67,6)	86,9	23,8-86,9 (41,3)
Savi- tolmuosakesi (<0,05 mm), %	0,7-4,5 (1,8)	1,3-2,4 (2,0)	3,2	0,7-4,5 (1,8)
Kruusa fraktsiooni (>5 mm) koostis. Fraktsioonide sisaldus, %				
70 mm	0,0-30,4 (8,3)			
40 mm	15,2-56,0 (29,0)			
20 mm	17,0-46,2 (29,0)			
10 mm	10,4-28,3 (17,1)			
5 mm	6,3-22,1 (12,0)			
Purunemiskindlus (LosAngeles), %	33 (LA ₃₅)			
Külmakindlus, %	0,8 (F ₁)			
Liiva fraktsiooni (0,05-5,0 mm) koostis				
Täisjääk sõelal 0,63 mm, %	20,8-53,8 (37,9)	17,0-28,1 (21,9)	9,5	9,5-53,8 (36,0)
Savi- tolmuosakesi liivas, %	1,7-9,5 (4,7)	2,0-3,5 (2,8)	3,6	1,7-9,5 (4,5)
Liiva peensusmoodul	1,7-2,8 (2,3)	1,5-2,0 (1,8)	1,2	1,2-2,8 (2,3)
Liiva filtratsiooni koefitsient, m/ööp	0,8-4,6 (3,2)	-	4,0	0,8-4,6 (3,3)

Tabel 5.1. Lagenõmme V uuringuruumi materjali koostis proovide järgi.

Joonis 2. Kruusa sisaldus plokis 29.

6. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Hüdrogeoloogilistest töödest uuringute ajal oli tehtud pinnaseveetaseme mõõtmisi kaevandites. Andmed on toodud tabelis 6.1. Samuti on tabelis toodud veetaseme andmed Lagenõmme III AS Saare EPT karjääri kohta, mis jääb uuringuruumist vahetult põhja.

Kaevandi Nr	Suudme abs kõrgus, m	Puuraugu sügavus, m	Veetaseme sügavus, m	Kasuliku kihi			Veetaseme abs kõrgus, m	Veetaseme mõõtmise aeg
				paksus, m	s.h. vee peal	s.h. vee all		
Š-2	43,12	6,5	5,0	6,1	4,6	1,5	38,12	15.04.2009
Š-5	43,23	5,6	4,7	5,1	4,2	0,9	38,53	16.04.2009
Š-6	45,29	6,2	6,2	5,8	5,8	0,0	39,09	15.04.2009
Š-8	43,41	5,6	5,2	5,2	4,8	0,4	38,21	16.04.2009
Š-11	44,38	5,5	4,9	5,2	4,6	0,6	39,48	16.04.2009
Š-14	44,86	6,1	5,4	5,6	4,9	0,7	39,46	16.04.2009
Š-17	45,02	5,0	4,0	4,7	3,7	1,0	41,02	13.04.2009
Keskmine	44,19	5,8	5,1			0,7	39,13	
PA-204	47,25	8,7	7,7	7,1	7,1	0,0	39,55	08.1976
PA-215	42,6	4,5	2,1	3,0	1,8	1,2	40,5	08.1976
PA-1	42,86	8,0	5,0	8,7	3,7	5,0	37,86	19.10.1981
PA-2	45,08	8,7	6,5	7,7	4,7	3,0	38,58	19.10.1981
PA-40	43,34	9,5	4,0	8,4	6,2	2,2	39,34	04.1984
Keskmine	44,23	7,9	5,1			2,9	39,17	
Lagenõmme III karjäär							38,20	20.05.2005
							38,40	01.03.2007
							38,75	14.12.2007
							38,90	24.02.2008
							39,20	15.04.2009
Keskmine							38,70	
Keskmine							39,00	

Tabel 6.1 Veetaseme mõõtmise andmed.

Lagenõmme III karjääris on kaevandatud 1. astanguga kõrgusteni +38...+41 m ja 2. astanguga kaevandatakse allpool veetasel kuni +35,5...+36,5 m ilma veetasel alandamata, veealune kihi paksus on ~3 m. 15.04.2009. a oli veetase fikseeritud +39,20 m kõrgusel.

Karjääri mäetöödejuhi arvamusel võib seda taset lugeda kõrgseisuks ning aastaringsed kõikumised, mis sõltuvad aastaajast ja sademete rohkusest ei ületa 0,8-1,0 m.

Uuringu ajal fikseeriti veetase ainult seitsmes šufis, mis paiknevad uuringuruumi lääneosas ning veetaseme tõus on jälgitav lõunapool, kus see oli fikseeritud abs kõrgusel 41,02 m.

Uuringu andmete alusel on uuritud veealuse kasuliku kihi paksus kuni 1,5 m (keskmiselt 0,7 m), mis ei anna võimalust pärast veealuse varu kaevandamisest moodustada veekogu ning nii pindalaliselt kui ka vertikaalses läbilõikes moodustada veealust varuploki. Seoses sellega arvutati varu ainult põhjavee tasemest kõrgemal. Võib oletada et veetase tulevikus karjääris pärast kaevandamist stabiliseerub Lagenõmme III karjääri veetasemel ning varu arvutuse piiriks on võetud veetaseme keskmine abs kõrgus 39,0 m.

7. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Mäenduslikud tingimused maavara kaevandamiseks on soodsad. Kaevandamistehnoloogia on väljakujunenud ning olemas vajalik infrastruktuur ja juurdepääsuteed.

Kattekihi paksus alal on üsna väike - 0,3 - 0,6 m (keskmiselt 0,5 m). Kasuliku kihi uuritud paksus ulatub kuni 6,3 m-ni ning arvutiprogrammi Vertical Mapper andmete järgi on veepaelase kihi keskmine paksus varu arvutuse ruumis 5,8 m. Seega on katenditegur (kattekihi ja maavaralasundi paksuste suhe) väike – 0,09.

Suurem osa kasulikust kihist lasub ülalpool pinnase veetasel ja esialgne kaevandamine hakkaks toimuma ainult põhjavee tasemest kõrgemal. Kuna lamam ei ole uuringuruumis fikseeritud ja varasemate uuringute andmete järgi jätkub kasulik kiht ka veetasemest allpool, siis pärast veepealse varu ammendamist on mõistlik teha karjääri põhja täiendav geoloogiline uuring. Praegu kasutatav tehnoloogia võimaldab vältida veealust varu 3 - 5 m sügavuselt.

Materjali kasutamiseviis sõltub arendaja ja klientide vajadustest. Kruusa fraktsiooni näitajad on head ja sellest valmistatud killustikku võib kasutada ehitussegude valmistamiseks ja teedehituses. Liiv on looduslikul kujul erineva kvaliteediga ja seda võib kasutada valikuliselt nii ehitussegude valmistamiseks, teedehituses, kui ka täitematerjalina.

8. KESKKONNAKAITSE

Uuringuruumi teenindusala piires ei paikne looduskaitse, Natura 2000 võrgustiku alasid või kultuurimälestisi. Lähimad looduskaitse objektid jäävad uuringuruumist edelasse, uuringuruumi teenindusala läänepiirist 25 - 30 m kaugusele - III kategooria kaitsealuse liigi *Vicia Tenuifolia* (hiirehernes, peenelehine) ja *Trifolium Alpestre* (ristik, alpi) ning II kategooria kaitsealuse liigi *Hüpericum Montanum* (naistepuna) ja *Lathyrus Niger* (seahernes, must) kasvukohad. Uuringuruumi läänepiirist 70 - 250 m kaugusel asub Viidumäe looduskaitseala.

Eeldatavalt ei muutu kaevandamise jätkamisel lähimate majapidamiste suhtes müra, heitgaaside ega tolmu levik, kuna kaevandamistehnoloogia ei muutu. Lähimad Viki küla majapidamised asuvad uuringuruumist ~1 km kaugusel põhjas.

Uuringuruumi teenindusala lõunaserv jääb kohaliku Lõuna-Lagenõmme tee nr 3730203 äärmise sõiduraja teljest ~ 3 m kaugusele ning lääneserv jääb kohaliku Lagenõmme tee nr 4400215 äärmise sõiduraja teljest ~ 7 m kaugusele. Mõlemale teele on Kihelkonna Vallavolikogu 15. novembri 1996. aasta määrusega nr 2 määratud mõlemale poole tee telge kaitsevöönd laiusega 25 m (lisa 14).

Maavara kaevandamine mõjutab alati keskkonda. Käesoleval juhul on peamiseks mõjuks maapinna reljeefi muutus ning metsa raie. Maavara kaevandamisel paljandustööde käigus tuleks katend koorida ja säilitada, et pärast kasutada korrastamisel. Kaevandamisel tuleb vältida kütuse ja õli sattumist pinnasesse.

Esialgne kaevandamine hakkaks toimuma ainult põhjavee tasemest kõrgemal ilma seda alandamata. Pärast veealuse varu ammendamist, karjääri korrastamisprojekti tuleb ette näha välja töötatud alale tehisveekogu rajamist, mille sügavus oleks valdavalt 2,0 m

Kaevandamise tagajärjel tekkinud järsud nõlvad tuleb planeerida koheselt pärast kaevandamist loomuliku varisemisnurgani. Eriotstarbelise ja ehitusliiva loomulik varisemisnurk on 1:2 ja ehituskruusa varisemisnurk 1:1,4.

9. VARU ARVUTUS

Varu arvutuse aluseks oli topoplaan mõõtkavas 1 : 2000 (graafiline lisa 1) ning geoloogilise välitöö tulemused ja laboratoorsete määrangute andmed.

Varu plokid ja ilma varuta alad on pindalaliselt kontuuritud uuringuruumi piiriga, abi- või ekstrapoleerimise punktidega (piiridega). Ekstrapoleerimise punktid on saadud kruusa sisalduse 35% või liiva peensusmooduli 1,3 järgi. Piiripunktide koordinaadid ja varu arvutuse plokkide pindalad on toodud lisas 9. Maavaravaru arvutus ei ole tehtud kogu uuringuruumi 20,28 ha pindalal. Uuringuruumist läänes ja lõunas jäävate kruusateede kaitsevööndis tarbevaru varu ei arvutatud. Uuringuruumi teenindusala põhja nurga ja arvel oleva aktiivse tarbevaru (Lagenõmme I mäeeraldise) vahel jääb ~3 meetriline riba pindalaga 0,01 ha (endine plokk 9 Ra), mis käesoleva varu arvutuses on sisse võetud. Kokku maavara arvutus on tehtud 19,21 ha pindalal.

Vertikaalses läbilõikes tehakse varu arvutus ainult põhjavee tasemest kõrgemal ning varu arvutuse alumiseks piiriks on võetud kasuliku kihi uuritud, lamami või veetaseme keskmise abs kõrgus 39,0 m (varuarvutuse ruumi lääne osas). Kogu maavara varu arvutus koos katendi mahu arvutusega varuarvutuse ruumis on tehtud arvutiprogrammis MapInfo Vertical Mapper 3.0 (VM) ja arvutuse tulemused on toodud lisas 10.

Seoses materjali ühtlase levikuga ja võimalusega kvaliteedi järgi eraldada erinevaid plokkide, on varu arvutus tehtud kolmes plokkis: ehituskruusa plokk – nr 29, ehitusliiva plokk – nr 30 ja eriotstarbelise liiva plokk – nr 31 (graafiline lisa 1, 2). Materjali kvaliteedi, koostise ja omaduste varieerumine plokkides on toodud tabelites 5.1, 9.1 ja 9.2. Varu arvutuse aluseks on uuringuüriid, mis on rajatud vahekaugustega 100 - 190 m, kus on saadud andmed katendi ja kasuliku kihi paksuse ning materjali kvaliteedi kohta, mis võimaldab maavaravaru hinnata uurituse taseme järgi tarbevaruna. Kuna otseseid piiranguid kaevandamiseks ei ole, soovitame varu kinnitada aktiivse tarbevaruna.

Plokk 31 (pindala 0,19 ha).

Pindalaliselt hõlmab plokk varu arvutuse ala väikese põhjapoolse osa, mis on idapoolt kontuuritud uuringuruumi piiriga, loodepoolt - tarbevaru (Lagenõmme I mäeeraldise) piiriga ning lõunapoolt – ekstrapoleerimise piiriga, mis on saadus liiva peensusmooduli 1,3 järgi. Vertikaalses läbilõikes on plokk eraldatud varuarvutuse ruumi alumises osas (kruusa kihi lamamis), kus materjal ei vasta looduslikul kujul ehituskruusale ja ehitusliivale esitatavatele nõuetele ning võib vaadelda kui eriotstarbelist liiva:

- kruusa fraktsiooni sisaldus – 9,9%;
- savi- ja tolmuosakeste sisaldus – 3,2%;
- liiva peensusmoodul – 1,2;
- liiva filtratsiooni koefitsient - 4,0 m/ööp.

Varu plokis oli arvutatud aritmeetilise keskmise järgi ja see moodustab 0,19 ha x 2,8 m = 5 tuh m³ (tabel 9.1).

Plokk 30 (pindala 2,90 ha).

Pindalaliselt hõlmab plokk varu arvutuse ala põhjapoolse osa, plokist 31 lõunapoole ning on kontuuritud ida- ja läänepoolt uuringuruumi piiriga, lõuna- ja põhjapoolt – ekstrapoleerimise piiridega, mis on saadud kruusa sisalduse 35% või liiva peensusmooduli 1,3 järgi. Vertikaalses läbilõikes plokk on eraldatud varuarvutuse ruumi alumises osas (kruusa kihi lamamis), kus materjal vastab ehitusliivale esitatavatele nõuetele:

- kruusa fraktsiooni sisaldus – 9,9%;
- savi- ja tolmuosakeste sisaldus – 3,2%;
- liiva peensusmoodul – 1,2.

Varu plokis oli arvutatud aritmeetilise keskmise järgi ja see moodustab 2,90 ha x 2,4 m = 70 tuh m³ (tabel 9.1).

Kaevandi nr	Kaevandi sügavus, m	Proovide			Kasuliku kihi paksus, m	Materjali kvaliteet			
		intervall, m	pikkus, m	nr		kruusa sisaldus, %	savi ja tolmuosak. %	liiva peensusmoodul	nimetus
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plokk 30									
Š-4	6,5	4,5-6,5	2,0	4-3	2,0	24,5	2,2	1,5	EL
Š-6	6,2	3,2-6,2	3,0	6-2	3,0	34,7	1,3	1,9	EL
Š-7	6,2	4,0-6,2	2,2	7-2	2,2	32,0	2,4	2,0	EL
Minimaalne					2,0	24,5	1,3	1,5	EL
Maksimaalne					3,0	34,7	2,4	2,0	EL
Keskmine					2,4	30,4	2,0	1,8	EL
Varu, tuh m ³					70				
Plokk 31									
Š-1	6,1	2,4-5,2	2,8	1-2	2,8	9,9	3,2	1,2	TL
Varu, tuh m ³					5				

Tabel 9.1. Kasuliku kihi parameetrid varu arvutuse plokides 30 ja 31.

Plokk 29 (pindala 19,21 ha).

Pindalaliselt hõlmab plokk kogu varu arvutuse ala. Vertikaalses läbilõikes plokk on eraldatud varuarvutuse ruumis (läänepoolses osas plokki alumiseks piiriks on abs kõrgus 39,0 m), kus materjal vastab ehituskruusale esitatavatele nõuetele:

- kruusa fraktsiooni sisaldus – 9,9-75,3% (keskmiselt 56,8%);
- savi- ja tolmuosakeste sisaldus – 0,7-4,5% (keskmiselt 1,8%);
- liiva peensusmoodul – 2,3-2,8 (keskmiselt 2,3);

– liiva filtratsiooni koefitsient – 0,8-4,6 m/ööp (keskmiselt 3,2).

Kaevandi nr	Kaevandi sügavus, m	Proovide			Katendi kogu paksus, m	S.h. kasvukihi paksus, m	Kasuliku kihi paksus (abs kõrgusest 39,0 m), m	Materjali kvaliteet			
		intervall, m	pikkus, m	nr				kruusa sisaldus, %	savi ja tolmuosak. %	liiva peensusmoodul	nimetus
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Š-1	6,1	0,4-2,4	2,0	1-1	0,4	0,1	2,0	41,1	2,3	2,0	EK
Š-2 ^k	6,5	0,4-6,5	6,1	2-1...2-3	0,4	0,3	3,7	49,7	3,3	2,2	EK
Š-3 ^k	6,2	0,5-6,2	5,7	3-1, 3-2	0,5	0,3	5,7	42,4	1,3	2,1	EK
Š-4 ^k	6,5	0,6-4,5	3,9	4-1, 4-2	0,6	0,2	3,9	45,3	2,8	2,4	EK
Š-5 ^k	5,6	0,5-5,6	5,1	5-1, 5-2	0,5	0,2	3,7	59,0	2,3	2,1	EK
Š-6	6,2	0,4-3,2	2,8	6-1	0,4	0,3	2,8	50,0	1,6	2,4	EK
Š-7	6,2	0,6-4,0	3,4	7-1	0,6	0,2	3,4	51,6	3,0	2,2	EK
Š-8 ^k	5,6	0,4-5,6	5,2	8-1, 8-2	0,4	0,4	4,0	66,8	1,4	1,9	EK
Š-9 ^k	6,2	0,4-6,2	5,8	9-1, 9-2	0,4	0,2	5,8	60,3	1,5	2,2	EK
Š-10 ^k	6,2	0,5-6,2	5,7	10-1, 10-2	0,5	0,2	5,7	54,2	1,5	2,4	EK
Š-11 ^k	5,5	0,3-5,5	5,2	11-1, 11-2	0,3	0,3	5,1	66,9	1,1	2,3	EK
Š-12 ^k	6,2	0,5-6,2	5,7	12-1, 12-2	0,5	0,2	5,7	67,4	1,2	2,5	EK
Š-13 ^k	6,2	0,5-6,2	5,7	13-1, 13-2	0,5	0,2	5,7	69,1	1,7	2,5	EK
Š-14 ^k	6,1	0,5-6,1	5,6	14-1, 14-2	0,5	0,2	5,4	67,7	1,1	2,4	EK
Š-15 ^k	6,7	0,4-6,7	6,3	15-1, 15-2	0,4	0,2	6,3	74,8	1,3	2,6	EK
Š-16 ^k	6,6	0,4-6,6	6,2	16-1, 16-2	0,4	0,1	6,2	64,3	1,3	2,7	EK
Š-17 ^k	5,0	0,3-5,0	4,7	17-1, 17-2	0,3	0,1	4,7	62,9	1,6	2,3	EK
Š-18 ^k	6,2	0,6-6,2	5,6	18-1, 18-2	0,6	0,2	5,6	71,2	2,3	2,5	EK
Š-19 ^k	6,2	0,6-6,2	5,6	19-1, 19-2	0,6	0,2	5,8	67,8	2,2	2,3	EK
Minimaalne					0,3	0,1	2,0	41,1	1,1	1,9	EK
Maksimaalne					0,6	0,4	6,3	74,8	3,3	2,7	EK
Keskmine					0,5	0,2	4,8 (5,4*)	59,6	1,8	2,3	EK
Varu, tuh m³					96	38	1031*				

* - arvutiprogrammi VM andmed

^k - kaalutud keskmine

Tabel 9.2. Kasuliku kihi põhinäitajad varu arvutuse plokis 29.

Kasuliku kihi katendi paksus plokis ulatub kuni 0,6 m (keskmiselt 0,5 m). Katendi maht oli arvutatud aritmeetilise keskmise järgi ja see moodustab 19,21 ha x 0,5 m = 96 tuh m³, millest kasvukihi maht moodustab 19,21 ha x 0,2 m = 38 tuh m³.

Arvutiprogrammi VM andmetel varuarvutuse ruumi kogu varu koos katendiga moodustab 1202 tuh m³ (lisa 10), millest katendit on 96 tuh m³, ehitusliiva - 70 tuh m³ ja eriotstarbelise liiva - 5 tuh m³. Seega ehituskruusa maht plokis moodustab 1202 – 96 – 70 – 5 = 1031 tuh m³.

Kasuliku kihi uuritud paksus plokis kaevandite järgi varieerub vahemikus 2,0-6,3 m (keskmiselt 4,8 m). Uuringu käigus saadud andmete järgi ja arvutiprogrammi VM abil moodustatud uuringuruumi kolmemõõtmelise mudeli andmetel kasuliku kihi keskmine paksus plokis on $1031 \text{ tuh m}^3 / 19,21 \text{ ha} = 5,4 \text{ m}$.

Kokkuvõtlikult varu arvutuse tulemused on toodud tabelis 9.3.

Ploki nr	Pindala, ha	Katendi		S.h kasvukiht		Kasuliku kihi paksus*, m	Maavara-varu, tuh m ³	Nimetus
		paksus, m	maht, tuh m ³	paksus, m	maht, tuh, m ³			
29	19,21	0,5	96	0,2	38	5,4*	1031*	EK
30	2,90	-	-	-	-	2,4	70	EL
31	0,19	-	-	-	-	2,8	5	TL
Kokku	19,21	0,5	96	0,2	38	5,8*	1106*	

* - arvutiprogrammi VM andmed

Tabel 9.3. Varu arvutuse koondtabel.

Joonis 3. Lagenõmme V uuringuruumi teenindusala 3-D mudel.

10. KOKKUVÕTE

Lagenõmme V uuringuruumis 2009. a tehtud geoloogilise uuringu tulemuste alusel hinnati maavaravaru 19,21 ha pindalal kolmes plokis kokku 1 106 tuh m³ millest:

- plokis 29 19,21 ha pindalal ehituskruusa aktiivne tarbevaru on 1 031 tuh m³;
- plokis 30 2,90 ha pindalal ehitusliiva aktiivne tarbevaru on 70 tuh m³;
- plokis 31 0,19 ha pindalal eriotstarbelise liiva aktiivne reservvaru on 5 tuh m³, mis esitatakse Keskkonnaministeeriumile kinnitamiseks seisuga 01.06.2009.

Seoses tehtud uuringuga vähenes aktiivse reservvaru ploki 9 pindala 19,21 ha võrra ning ehituskruusa aktiivse reservvaru maht $19,21 \text{ ha} \times 4,3 \text{ m} = 826 \text{ tuh m}^3$ võrra.

Kuna lamam ei ole suuremal osal uuringuruumist kätte saadud, siis pärast veepealse varu kaevandamist soovitatakse teha karjääri põhja täiendav geoloogiline uuring.

Varu kinnitamisel soovitame viia keskkonnaregistri maardlate nimistusse ja Lagenõmme kruusamaardla registrikaarti (nr 0130) sisse vastavad muudatused.

11. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Saadre, T., 1976. Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Keila. (EGF nr 3420).
2. Rahumäe, V., 1981. Aruanne geoloogilistest uurimistöödest Lagenõmme ja Rõude kruusa leiukohtades Kingissepa EPT karjääride avamiseks. Tallinn. (EGF nr 3865).
3. Sinisalu, R., 1984. Lääne-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Keila. (EGF nr 4081).
4. Rahumäe, V., 1982. Kingissepa rajooni Põllumajandustehnika Tootmiskoondise Lagenõmme kruusakarjääri seletuskiri. Tallinn. (EGF nr M-5).
5. Rahumäe, V., 1985. Aruanne geoloogilisest uurimistöödest Saaremaa TREV-le Lagenõmme, Kingli ja Rõude karjääride avamiseks. Tallinn.
6. Tuuling, T., 1992. Aruanne Lagenõmme kruusliivamaardla detailuuringust Saaremaal. (EGF nr 4580).
7. Riis, K., 1994. Saare Teedevalitsuse Lagenõmme kruusliiva karjääri jääkvaru arvutus seisuga 01.01.1994. (EGF nr 4724).
8. Treiman, T., 1994. AS Saare EPT Lagenõmme kruusliiva karjääri jääkvaru arvutus seisuga 01.01.94. (EGF nr 4792).
9. Kattai, V., Malm, I., 2006. Lagenõmme kruusamaardla Lagenõmme II kruusakarjääri mäeeraldise maavaravaru ümberhindamise seletuskiri. Tallinn. (EGF nr 7763).
10. Kattai, V., Kotenjov, R., 2008. Saarte Teedevalitsuse Lagenõmme I kruusakarjääri täiendava varu arvutuse seletuskiri. Tallinn. (EGF nr 8093).
11. Keskkonnaministri 26. mai 2005. a määrus nr 44. Üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord. RTL 2005; 60; 866.
12. Registrikart nr 0130

12. FOTOD



Foto 1. Kihiline struktuur šurfis 6.



Foto 2. Väljatõstetud materjal šurfist 10.



Foto 3. Väljatõstetud materjal šurfist 13.



Foto 4. Munakad šurfis 20.



Foto 5. Vaade Lagenõmme I karjääri seinale.