



REGISTRIKOOD 10171636
RIIA 35, TARTU 50410
TEL.: 730 0310
KOBRAS@KOBRAS.EE

TÖÖ NR 2020-307

Asukoht (L-Est'97) X 6479500
Y 495900

**PÄRNUMAA
LÄÄNERANNA VALD
KANAMARDI KÜLA**

**KAISTE KRUUSAMAARDLA
KAISTE III UURINGURUUMI
GEOLOOGILINE UURING
(varu arvutus seisuga 01.01.2021)**

Tellija: HETKINVEST OÜ

Töö täitja: KOBRAS AS

Juhataja: URMAS URI

Geoloog: TANEL MÄGER

Geoloog: URMAS URI



TARTU 2021

ANNOTATSIOON

Tanel Mäger, Urmas Uri. Kaiste kruusamaardla Kaiste III uuringuruumi geoloogiline uuring (varu arvutus seisuga 01.01.2021). Kobras AS, Tartu 2021.

Aruanne ühes köites. Tekst 16 lk, 13 tekstilisa, 2 graafilist lisa (seitsmel lehel). EGF, Maa-amet, Hetkinvest OÜ.

Kaiste III uuringuruum asub Pärnumaal Lääneranna valla Kanamardi küla maadel Varbla metskond 65 kinnistul (katastriüksuse tunnus 86302:003:0058, maa sihtotstarve on maatulundusmaa 100%, pindala 283,54 ha), Eesti baaskaart 1:50 000 kaardilehel 5244. Kaiste III uuringuruumi teenindusala pindala on 9,56 ha.

Käesoleva töö käigus viidi 2020. aasta novembris läbi Kaiste III uuringuruumi teenindusala geodeetiline mõõdistamine ja koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1:1000. Uuringu käigus kaevati 2020. aasta novembris Kaiste III uuringuruumi 7 kaevandit ning võeti 7 proovi kasulikust kihist. Varu arvutamisel kasutati ka 1986., 2005. ja 2019. aasta uuringu andmeid.

Maavaravaru arvutati Kaiste III uuringuruumis ehitusliiva aktiivse tarbevaru kategoorias kahe plokina:

- plokk 14 (ehitusliiva aktiivne tarbevaru ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 9,56 ha pindalal 273 tuh m³;
- plokk 15 (ehitusliiva aktiivne tarbevaru allpool uuringuaegset põhjavee taset) 9,56 ha pindalal 193 tuh m³.

Kaiste III uuringuruumi materjal vastab ehitusliiva nõuetele: savi- ja tolmuosakeste (<0,063 mm) kaalutud keskmine sisaldus on 3,4% ning kruusa (>31,5 mm) kaalutud keskmine sisaldus 0,2%. Liiv on valdavalt keskmise- ja peeneteraline ning sobib kasutamiseks tsiviilehituses erinevate ehitussegude koostises, samuti taristuobjektide (maanteed, raudteed) muldkehade rajamiseks.

Kaiste kruusamaardla ehitusliiva aktiivse reservvaru plokki 2 varu on 712 tuh m³, pindala 17,36 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 4,1 m. Käesoleva töö käigus hinnati 8,72 ha pindalal ehitusliiva aktiivne reservvaru aktiivseks tarbevaruks 358 tuh m³. Kaiste kruusamaardla ehitusliiva aktiivne reservvaru on pärast käesolevat geoloogilist uuringut 354 tuh m³, pindala 8,64 ha (plokk 2).

Võtmesõnad: Pärnumaa, Lääneranna vald, Kaiste kruusamaardla, Kaiste III uuringuruum, ehitusliiv, aktiivne tarbevaru.

Geoloog:

Tanel Mäger

SISUKORD

Tekst	Lk
1. SISSEJUHATUS	4
2. ÜLDANDMED KAISTE III UURINGURUUMI KOHTA	4
2.1. Geograafiline asend	4
2.2. Geomorfoloogiline ehitus	5
2.3. Geoloogiline ehitus	5
2.4. Geoloogiline uuritus	5
3. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD	7
4. UURITUD ALA LÜHISELOOMUSTUS	8
4.1. Materjali kvalitatiivne iseloomustus	8
4.2. Varu arvutus	10
4.3. Hüdrogeoloogilised tingimused	12
4.4. Mäendustingimused	12
5. KESKKONNAMÕJU HINDAMINE	13
5.1. Uuringu keskkonnamõju hinnang	13
5.2. Kaevandamise keskkonnamõju esialgne hinnang	13
6. KOKKUVÕTE	15
7. KASUTATUD KIRJANDUS	16

Tekstilisad

1. Uuringupunktide kataloog. Lisa 1	18
2. Uuringupunktide kirjeldused. Lisa 2	20
3. Kaiste III uuringuruumi loodusliku materjali lõimise. Lisa 3	23
4. Kaiste III uuringuruumi looduslikust materjalist välja sõelatud liiva lõimise. Lisa 4	24
5. Laboriproovide katseprotokoll. Lisa 5	25
6. Topotööde seletuskiri. Lisa 6	28
7. Maavaralasundi ja katendi keskmiste paksuste arvutuse tabel. Lisa 7	29
8. Varu arvutuse programmi sisestatud arvnäitajate tabelid. Lisa 8	30
9. Geoloogilise uuringu luba L.MU/331186, 25.11.2018. Lisa 9	31
10. Tellija volikiri ja arvamus tehtud tööde kohta 02.02.2021. Lisa 10	34
11. Uuritud maa korrastamise akt. Kaiste III uuringuruumi uuritud maa korrastamise akti heakskiitmine. Keskkonnaameti maapõuebüroo korraldus nr DM-114465-3, 15.02.2021. Lisa 11	36
12. Kooskõlastus geoloogilisteks uuringuteks maaparandussüsteemi maa-alal. Põllumajandusameti kiri nr 14.2-1/8374, 09.04.2018. Lisa 12	42
13. Varu arvele võtmise otsus. Lisa 13	

Graafilised lisad

1. Kaiste III uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan, M 1:1 000. Kaiste III uuringuruumi asukohaskeem, M 1:50 000 (Eesti baaskaardi leht 5244). Lisa 1.
2. Geoloogilised läbilõiked I – I' kuni VI – VI', M_{hor} 1:1 000, M_{vert} 1:200 ja leppemärgid geoloogilistel läbilõigetel (kuuel lehel). Lisa 2.

Elektroonilised lisad

1. Maavara plokide ruumikuju ala-tüüpi ruumiobjektina ning katendi ja lamami samakõrgusjooned joon-tüüpi ruumiobjektina (.dwg).
2. Graafilised lisad eraldi failidena TIFF-vormingus (7 tk).

1. SISSEJUHATUS

Kobras AS viis Hetkinvest OÜ tellimuse alusel ja vastavalt geoloogilise uuringu loale L.MU/331186, mis on välja antud 25.11.2018 Keskkonnaameti poolt (tekstilisa 9), läbi Kaiste III uuringuruumi geoloogilise uuringu.

Töö eesmärgiks oli välja selgitada Kaiste III uuringuruumi liiva varu maht ning kvaliteet, et taotleda maavara kaevandamise luba. Kaiste III uuringuruum asub Pärnumaal Lääneranna vallas Kanamardi küla maadel Varbla metskond 65 kinnistul (katastriüksuse tunnus 86302:003:0058, maa sihtotstarve on maatulundusmaa 100%, pindala 283,54 ha). Kinnistu omanik on Eesti Vabariik, valitseja Keskkonnaministeerium ning volitatud asutus Riigimetsa Majandamise Keskus. Kaiste III uuringuruumi teenindusala pindala on 9,56 ha. Uuringuruumi teenindusalal oli uuringu läbiviimise ajal tegemist erineva vanuselise koostisega puistuga metsamaaga.

Käesoleva aruande koostamise käigus viidi läbi järgmised tööd:

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

Aruanne esitatakse keskkonnaregistri maardlate nimistu volitatud töötlejale (Maa-ametile) läbi vaatamiseks ja varu kinnitamiseks.

2. ÜLDANDMED KAISTE III UURINGURUUMI KOHTA

2.1. Geograafiline asend

Kaiste III uuringuruum asub Pärnumaa lääneosas Pärnu linnast ca 30 km lääne suunas Lääneranna vallas Kanamardi külas Varbla metskond 65 kinnistul (katastriüksuse tunnus 86302:003:0058), Kalli-Tõstamaa-Värati riigi kõrvalmaanteest nr 19131 ca 3,5 km kaugusel läänes. Kaiste III uuringuruumi teenindusala keskosa geograafilised koordinaadid on 58°27'21" pl ja 23°55'47" ip ning uuringuruum paikneb Eesti baaskaardi (mõõtkava 1:50 000) kaardilehel 5244 (graafiline lisa 1. Kaiste uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan). Kaiste III uuringuruum kattub suures osas Kaiste kruusamaardla (registrikaardi nr 0711) ehitusliiva aktiivse reservvaru plokiga 2.

Kaiste III uuringuruum piirneb läänest Kaiste katastriüksusega (katastriüksuse tunnus 86302:003:012, maa sihtotstarve on maatulundusmaa 100%, pindala 28,25 ha). Ülejäänud ilmakaartes jätkub Varbla metskond 65 katastriüksus. Uuringuruumi piirist ca 7 m kaugusel lõuna suunas asub kohalik Kaiste-Kanamardi tee (katastriüksuse tunnus 86302:003:0065, maa sihtotstarve on transpordimaa 100%).

Lähim majapidamine asub Kaiste III uuringuruumist ca 1,9 km kaugusel ida suunas Uue-Vahtkonna kinnistul (katastriüksuse tunnus 86302:003:0040, maa sihtotstarve on maatulundusmaa 100%, pindala 12 423 m²).

Kaiste III uuringuruum kattub täielikult kraavkuivendusega maaparandussüsteemiga KANAMARDI (TTP-350), väline tunnus 6111960020280. Põllumajandusamet on 09.04.2018. a kirjaga nr 14.2-1/8374 kooskõlastanud geoloogilise uuringu tegemise maaparandussüsteemi alal (tekstilisa 12).

2.2. Geomorfoloogiline ehitus

Maastikuliselt paikneb Kaiste III uuringuruum Lääne-Eesti madaliku lõunaosas, kus maastiku kujunemisele on kõige rohkem mõju avaldanud tema paiknemine kunagise Läänemere liustikuvoolu toimele allunud paelaval ning jääpaisjärve- ja merevee pikaajalised ja korduvad üleujutused (Arold, I. Eesti Maastikud. TÜ Geograafia Instituut. Tartu, 2005) [1]. Uuringuruum asub Kaiste kruusamaardla tuumiku moodustavast ca 3 km pikkusest ja 100 – 300 m laiusest loode-kagu suunalisest jääjõelisest oosiahelikust vahetult ida suunas. Maapinna reljeef on tasane ning absoluutne kõrgus uuringuruumi piirkonnas jääb vahemikku 31,6 – 37,3 m. Uuringuruumi aluspõhja moodustab Siluri ladestu Wenlocki ladestiku Rootsiküla kihistu (S_{2-3rt}) dolomiidistunud lubjakivi ja dolokivi.

2.3. Geoloogiline ehitus

Kaiste III uuringuruumi geoloogilise ehituse kirjeldus on antud käesoleva töö käigus 2020. aasta novembris rajatud 7 kaevandi (K-1 kuni K-7, sügavusega 3,3 – 6,0 m) andmete põhjal. Samuti on kasutatud Geoloogia Valitsuse 1986. aasta geoloogilise uuringu kolme puuraugu (PA-455 kuni PA-457, sügavusega 6,4 – 7,5 m) andmeid. Kasuliku kihi lamami absoluutse kõrguse määratlemisel uuringuruumi lõunapiiril on kasutatud ka uuringuruumiga lõuna suunast piirneval alal tehtud 2005. ja 2019. a geoloogilise uuringu andmeid.

Kaiste III uuringuruumi **kattekihi** moodustab liivasegune kasvukiht (muld) paksusega 0,2 – 0,5 m, keskmine paksus on 0,2 m.

Kaiste III uuringuruumi **kasuliku kihi** moodustab jääjärveline liiv (Q1_rVr_{lg}) paksusega 2,8 m (K-5 ja K-6) – 5,8+ m (K-3), keskmine paksus on 4,8 m. Liiv on valdavalt oranžikasbeeži kuni valkjashalli värvi. Kohati esinevad kuni ca 1,5 m paksused karbonaatse peene kruusa vahekihid, esineb ka põimjaskihilisust. Liiva terasuurus väheneb ning savisisaldus suureneb läbilõikes sügavuse suunas. Kasulik kiht levib nii ülal- kui allpool uuringuaegset põhjavee taset.

Kasuliku kihi lamami moodustab sinakashall valdavalt pehmeplastne liivsavi- ja saviliivmoreen (Q1_rVr_g), mis sisaldab peamiselt kristalliinseid veeriseid. Kasuliku kihi lamamini ei jõutud kaevandis K-3 ja K-7, kus sügavuse suunas jätkub savikas limnoglatsiaalne liiv. Kasuliku kihi lamamini jõudmist takistas kaevandite sisse varisemine.

2.4. Geoloogiline uuritus

Kaiste maardla avati 1966. a, kui Pärnu Metsakombinaadile vormistati oosi loodepoolses otsas Koeri kruusakarjääri mäeeraldis pindalaga 3,64 ha (varu 105 tuh m³). Oosi kagupoolses osas vormistati 1969. a Pärnu Metsamajandile Kaiste I (1,67 ha) ja Kaiste II (2,27 ha) mäeeraldis (varu vastavalt 50 tuh m³ ja 113 tuh m³). Materjali kasutati metsateede ehituseks. Koeri mäeeraldis ammendati

1987. aastaks, Kaiste I tagastati 1986. a ning Kaiste II mäeeraldisel seisus kaevandamine 1980-ndate aastate keskel materjali purustamisvõimaluste puudumise tõttu.

Geoloogilisi töid kruusa ja liiva uuringu eesmärgil on Kaiste III uuringuruumi lähikümbruses tehtud mitmel korral aastal 1980, 1986, 1987, 2005 ja 2019.

Geoloogia Valitsuse Keila Geoloogiaekspeditsiooni poolt 1980. a lõpetatud Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde (Sinisalu jt, 1980) käigus uuriti ka Pärnu Metsamajandi Kaiste I ja Kaiste II karjääri ümbruses 22,5 ha suurust ala. Rajati 18 puurauku üldmetraažiga 97 m. Uuringu tulemusena hinnati kruusliiva varuks C₂ kategoorias 1050,8 tuh m³.

Geoloogia Valitsuse Keila Geoloogiaekspeditsiooni poolt 1986. a lõpetatud Lääne-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde (Sinisalu jt, 1986) käigus uuriti Kaiste kruusamaardlas 63,55 ha suurust ala (hõlmas ka 1980. a uuringuala) [2]. Rajati 55 puurauku üldmetraažiga 293 m. Uuringu tulemusena hinnati kruusliiva varuks C₂ kategoorias 3412,6 tuh m³. Järgmisel aastal tehti Pärnu Ehitusmaterjalide Tehase toorme vajadusi silmas pidades eeluuring (Lodjak, 1987) betooni tootmiseks sobiva kruusliiva varu arvele võtmiseks B ja C₁ kategoorias. Selle uuringu andmete alusel hindas Eesti Maavarade Komisjon oma 7. novembri 2000. a protokollilise otsusega nr 00-38 Kaiste kruusamaardla ehituskruusa aktiivseks reservvaruks 39,45 ha alal 2209 tuh m³ ning ehitusliiva aktiivseks reservvaruks 38,34 ha alal 1572 tuh m³.

Kaiste kruusamaardla reservvaru kasutusele võtmiseks tegi 2005. a Kiirkandur AS tellimisel geoloogilise uuringu Eesti Geoloogiakeskus (Sinisalu, 2005) [3]. Kaiste I uuringualal (16,32 ha) rajatud 23 puuraugust ja 3 seinapuhastusest võetud 52 proovi andmete alusel esitati 11,32 ha alal kinnitamiseks 394 tuh m³ suurune ehituskruusa aktiivne tarbevaru (plokk 3) ja selle lamamis 292 tuh m³ suurune ehitusliiva aktiivne tarbevaru (plokk 4). Nimetatutega idas külgneval 4,72 ha suurusel alal esitati kinnitamiseks 253 tuh m³ suurune ehitusliiva aktiivne tarbevaru (plokk 5). Keskkonnaamet on andnud 13.07.2009 Kiirkandur AS-le maavara kaevandamise loa L.MK/300891 Kaiste I kruusakarjääris ehituskruusa ja ehitusliiva kaevandamiseks.

Kaiste I kruusakarjääri ida ja lõuna suunast piirnevas Kaiste II uuringuruumis tegi 2019. a AS TREV-2 Grupp tellimisel geoloogilise uuringu Maavarauuringud OÜ (Grünberg, 2019) [4]. Uuringu käigus kaevati uuringuruumi alale 21 kaevandit ning võeti kokku 31 proovi kasulikust kihist. Uuringu tulemusena kinnitati Kaiste kruusamaardla täiendav ehituskruusa aktiivne tarbevaru 860 tuh m³ (plokk 11) ning selle lamamis täiteliiva aktiivne tarbevaru ülalpool uuringuaegset põhjavee taset 242 tuh m³ (plokk 12) ja allpool põhjavee taset 795 tuh m³ (plokk 13).

Seisuga 31.12.2019 on Kaiste kruusamaardla ehituskruusa aktiivne tarbevaru 1128 tuh m³, ehituskruusa aktiivne reservvaru 1145 tuh m³, ehitusliiva aktiivne tarbevaru 487,2 tuh m³, ehitusliiva aktiivne reservvaru 712 tuh m³ ning täiteliiva aktiivne tarbevaru 1037 tuh m³ (Roosalu, R. Eesti Vabariigi 2019. aasta maavaravarude koondbilansid (seisuga 31.12.2019). Maa-amet. Tallinn 2020) [5].

3. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD

Geodeetilised mõõdistustööd tehti 2020. aasta novembris geodeet I. Maasik poolt (graafiline lisa 1. Kaiste III uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan). Täpsemad andmed geodeetilise mõõdistuse kohta on esitatud topotööde seletuskirjas (tekstilisa 6).

Geoloogilise uuringu käigus kaevati Kaiste III uuringuruumi 2020. aasta novembris 7 kaevandit (K-1 kuni K-7) sügavusega 3,3 – 6,0 m ja kogumetraažiga 30,2 m (tekstilisa 1 ja 2). Kaiste III uuringuruumi 2020. aastal kaevatud kaevandite vahekaugus on 89 – 175 m. Kasuliku kihi lamamini ei jõutud kaevandites K-3 ja K-7, kus sügavuse suunas jätkub limnoglatsiaalne liiv. Kaevandid kaevati roomikekskavaatoriga Volvo EC180 EL. Kaevandid likvideeriti kohe pärast proovide võtmist, veetaseme mõõtmist ja geoloogilise läbilõike kirjeldamist pinnasega täitmise teel. Kaevandite likvideerimise kohta koostati akt, mille on heaks kiitnud Keskkonnaameti maapõuebüroo (tekstilisa 11). Välitöid juhendas geoloog Tanel Mäger.

Proovide võtmine. Kaevanditest võeti kokku 7 proovi. Kaevanditest võeti keskmestatud proovid: õhukesed, erineva koostisega vahekihid, mida ei ole võimalik eraldi kaevandada, on lülitatud üldproovi koosseisu. Võetud proovid on kahandatud kvarteerimise meetodil labori nõutava kaaluni.

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

Kaiste III uuringuruumi loodusliku materjali lõimis on esitatud tekstilisas 3 ning sellest välja sõelutud liiva lõimis on toodud tekstilisas 4. Laboriproovide katseprotokollid on toodud tekstilisas 5.

Kameraaltööde käigus tehti laboriandmete põhjal väliandmete töötlus, hinnati materjali kasutuskõlblikkust ning arvutati ehitusliiva varu. 2020. aasta novembris kaevatud kaevandite ja varasemate geoloogiliste uuringute andmetele tuginedes joonistati 6 geoloogilist läbilõiget (graafiline lisa 2). Graafilised lisad on joonestatud joonestusprogrammi Autodesk AutoCAD Civil 3D 2019 abil. Varu arvutamiseks kasutati programmi AutoCAD Civil 3D 2019 võimalusi, kasutati "Tin Volume" meetodit. Väljatrükiks kasutati printerit Canon TM-300 (A0 värviline).

Saadud tulemuste usaldusvärsuse analüüs. Uuringu tulemusena saadud andmestikku võib pidada usaldusväärseks aktiivse tarbevaru arvele võtmiseks keskkonnaregistri maardlate nimistus. Uuringupunktide vahekaugus ning võetud proovide pikkus vastab keskkonnaministri 17.12.2018 määruses nr 52 esitatud uuringumetoodikale tarbevaru määramiseks. Sügavuti jõuti enamikes kaevandites kasuliku kihi lamamini. Üksnes kahe kaevandi puhul takistas kaevandite sisse varisemine kasuliku kihi lamamini jõudmist.

4. UURITUD ALA LÜHISELOOMUSTUS

Materjali kvalitatiivne iseloomustus on antud ja tarbevaru on arvatud käesoleva töö käigus Kaiste III uuringuruumis kahe plokina:

- plokk 14 (ehitusliiva aktiivne tarbevaru ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 9,56 ha pindalal 273 tuh m³;
- plokk 15 (ehitusliiva aktiivne tarbevaru allpool uuringuaegset põhjavee taset) 9,56 ha pindalal 193 tuh m³.

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

Allpool uuringuaegset põhjavee taset asuv plokk 15 paikneb täielikult plokk 14 lamamis ning nende pindala kattub uuringuruumi pindalaga. Ehitusliiva plokk 14 ja plokk 15 on määratud uuringuruumi piiride ning kihti avavate ja läbivate uuringupunktide materjali kvalitatiivse iseloomustuse järgi. Tekstilisas 8 on esitatud aktiivse tarbevaru arvutamisel kasutatud plokkide lamami absoluutkõrgused kõigis uuringupunktides ning varu kontuurimise punktides. Varuplokkide moodustamisel kasutatud materjali kvalitatiivne iseloomustus on toodud järgmises peatükis.

4.1. Materjali kvalitatiivne iseloomustus

Kasuliku kihi moodustab Kaiste III uuringuruumis liiv. Materjali kvalitatiivsel iseloomustamisel ja varu arvutamisel on kasutatud käesoleva uuringu käigus kogutud 7 proovi andmeid ning 1986. aasta geoloogilise uuringu (EGF 4194) käigus kogutud 7 proovi andmeid, mida on võrreldud keskkonnaministri 17.12.2018 määruses nr 52 esitatud liiva ja kruusa kasutusalaade määramise nõuetega.

Keskkonnaministri 17.12.2018 määrus nr 52 "Üldgeoloogilise uurimistöo ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks" (RT I, 19.12.2018, 28) § 29 tulenevalt on liiva ja kruusa kasutusalaade määramise nõuded järgmised:

- tehnoloogiline liiv – SiO₂ sisaldus ei tohi olla alla 95%, Al₂O₃ sisaldus ei tohi olla üle 4% ega Fe₂O₃ sisaldus üle 0,6%;
- ehitusliiv – osakesi läbimõõduga alla 0,063 millimeetri ei tohi olla üle 5% ning osakesi läbimõõduga üle 31,5 millimeetri peab olema alla 35%;
- ehituskruus – osakesi läbimõõduga üle 31,5 millimeetri ei tohi olla alla 35% ning osakesi läbimõõduga alla 0,063 millimeetri ei tohi olla üle 12%. Ehituskruusa purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel 35 või väiksem, seejuures tehakse purunemiskindluse määrang killustikust fraktsiooni suurusega 10–14 millimeetrit purunemiskindluse määramise standardi EVS-EN 1097-2 järgi;
- täiteliiv ja täitekruus on setend, mis ei vasta eelpool loetletud punktides esitatud nõuetele.

Käesoleva uuringu käigus võeti kasulikust kihist kokku 7 proovi, mis kõik vastasid savi- ja tolmuosakeste (<0,063 mm) sisalduse osas ehitusliiva nõuetele. Geoloogia Valitsuse 1986. a uuringu käigus kogutud seitsme proovi puhul kasutati keskkonnaministri 17.12.2018 määruse nr 52 § 48 toodud meetodikat varasemate uuringute lõimiseandmete arvutuslikuks teisendamiseks. Arvutusliku teisendamise tulemusena loeti kõik 7 proovi usaldusväärselt klassifitseeritaks ning need vastasid savi- ja tolmuosakeste sisalduse osas täiteliiva nõuetele. Täiteliiva nõuetele vastavad proovid asusid uuringuruumis sporaadiliselt, mistõttu ei ole otstarbekas välja eraldada ehitusliiva varuplokki. Täiteliiva nõuetele vastavad proovid on liidetud ehitusliiva varuplokkide koosseisu. Kõigi analüüsitud proovide kaalutud keskmise savi- ja tolmuosakeste sisalduse alusel on uuringuruumi piires tegemist ehitusliiva kvaliteedinõuetele vastava materjaliga.

Kasuliku kihi laboranalüüside tulemused on esitatud tekstilis 3 (Kaiste III uuringuruumi loodusliku materjali lõimis) ja tekstilis 4 (looduslikust materjalist välja sõelutud liiva lõimis).

Tabelis 1 on esitatud Kaiste III uuringuruumi (ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 14 ja 15) laboranalüüside põhinäitajad.

Tabel 1. Kaiste III uuringuruumi laboranalüüside põhinäitajad.

Näitaja	Kaiste III uuringuruum (EL aT plokk 14 ja 15)		
	Minimaalne	Maksimaalne	Kaalutud keskmine
Osakeste läbimõõduga >31,5 mm sisaldus (%) (kruusa sisaldus kokku),	0,0	1,9	0,2
Osakeste läbimõõduga <31,5 mm sisaldus (%) (liiva sisaldus kokku),	98,1	100,0	99,8
sealhulgas savi- ja tolmuosakeste sisaldus (%)	1,0	10,9	3,4
Osakesed läbimõõduga 31,5-20 mm (%)	0,0	2,8	1,1
20-16 mm (%)	0,0	6,9	1,2
16-12,5 mm (%)	0,0	7,6	1,6
12,5-8,0 mm (%)	0,1	10,9	2,4
8,0-6,3 mm (%)	0,1	4,4	1,1
6,3-4,0 mm (%)	0,1	5,7	1,6
4,0-2,0 mm (%)	0,2	4,7	1,7
2,0-1,0 mm (%)	0,4	6,0	2,5
1,0-0,5 mm (%)	2,2	21,7	7,4
0,5-0,25 mm (%)	15,2	46,0	30,7
0,25-0,125 mm (%)	13,2	65,1	41,6
0,125-0,063 mm (%)	1,2	6,4	3,7
Savi- ja tolmuosakeste sisaldus <0,063 mm (%)	1,0	10,9	3,4
Kokku liiva			99,8

Kaiste III uuringuruumi materjal vastab ehitusliiva kvaliteedinõuetele.

Liiv on valdavalt keskmise- (0,5-0,25 mm) ja peeneteraline (0,25-0,125 mm) ning madala savi- ja tolmuosakeste sisaldusega (keskmise 3,4%). Uuringuruumi materjal sobib kasutamiseks tsiviilehituses erinevate ehitussegude koostises, samuti taristuobjektide (maanteed, raudteed) muldkehade rajamiseks.

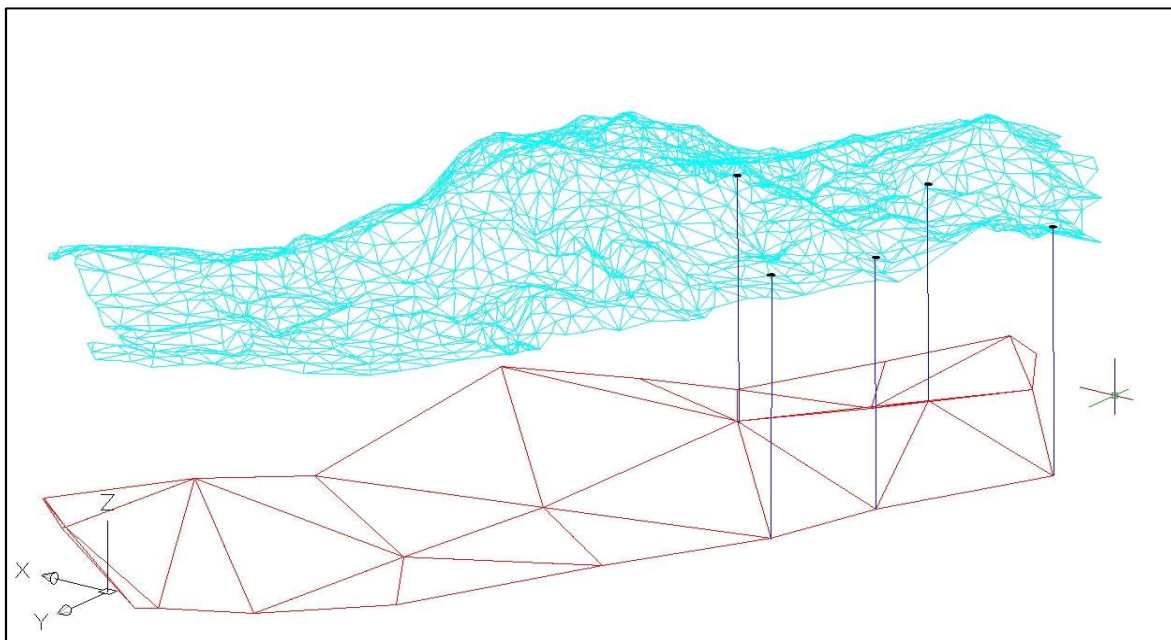
4.2. Varu arvutus

Kaiste III uuringuruumi varu on arvatud kokku kahe plokina ehitusliiva aktiivse tarbevaru kategoorias (plokk 14 ja plokk 15). Varu asub nii ülalpool kui allpool põhjavee taset.

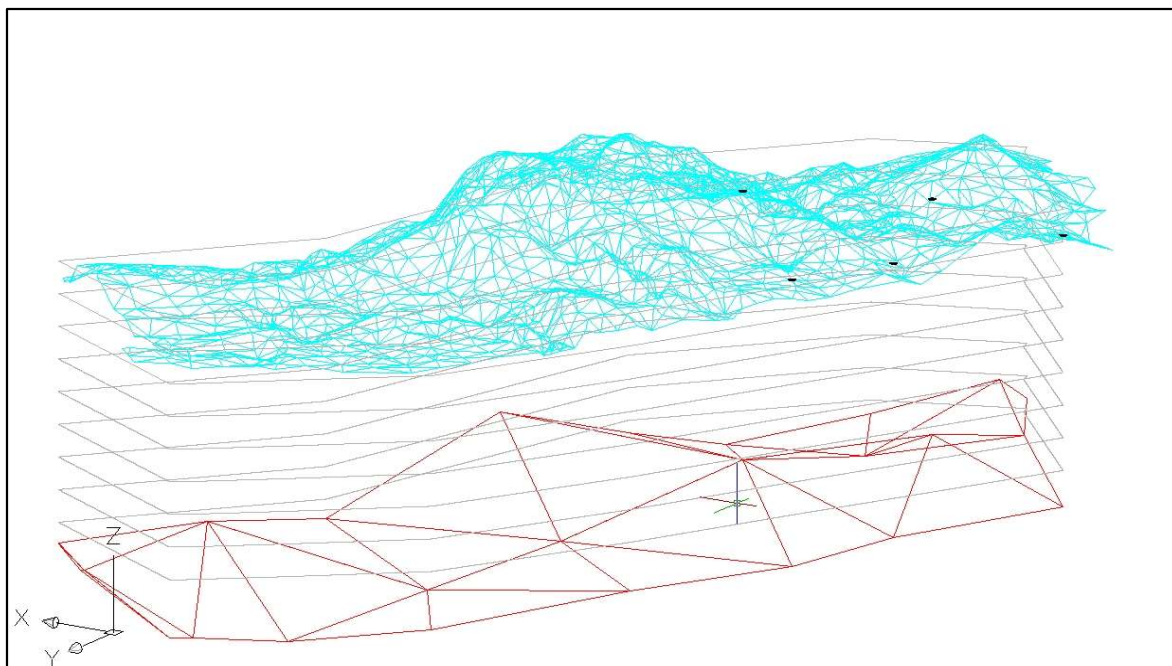
Varu arvutuse aluseks olnud materjalid:

- Kaiste III uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan mõõtkavas 1:1 000 (graafiline lisa 1);
- geoloogilised läbilõiked I – I' kuni VI – VI', mõõtkavas horis 1:1 000 ja vert 1:100 (graafiline lisa 2);
- uuringupunktide kirjeldused (tekstilisa 2);
- kasuliku kihi laborianalüüside tulemused (tekstilisa 3 ja 4).

Geoloogilise uuringu aruandes on maavara varu arvutamiseks kasutatud programmi Autodesk AutoCAD Civil 3D 2019. Programmis saab mahtude arvutamiseks kasutada mitmeid meetodeid, käesoleva töö puhul kasutati "Tin Volume" meetodit. Kogu uuringuruumi maapinna reljeef on mõõdistatud geodeedi poolt keskmiselt sammuga 20 meetrit. Reljeefi erisuste esinemisel on mõõdistatud kõik väljapaistvad muutused. Saadud absoluutkõrguste abil jagatakse kogu uuringuala reljeef kolmnurkade abil ruumiliseks pinnaks (joonis 1, helesinise värviga). Maavara lamami reljeefi kontuur (joonis 3, pruuni värviga) saadakse sarnaselt maapinna reljeefi koostamisele, kuid kolmnurkade joonestamiseks kasutatakse välitööde käigus kogutud ja labori poolt analüüsitud maavara plokiks määratava maavara sügavust. Programm ühendab saadud sügavused kolmnurkadeks, millest moodustubki lamami reljeefi ruumiline kontuur.

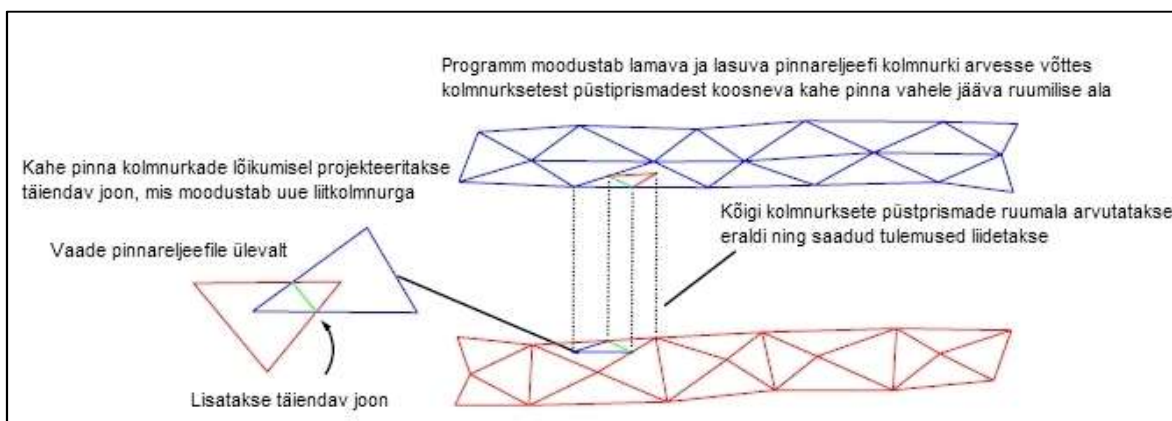


Joonis 1. Mahuarvutuse selgitus.



Joonis 2. Mahuarvutuse selgitus.

Maavara maht arvutatakse AutoCAD Civil 3D poolt uuringuala reljeefi ja lamami reljeefi ning pindalaliselt piiritletud ala vahele jäävas ruumis (joonis 2). Halli kontuurjoonega on märgitud varu arvutamiseks määratud ala, mille maht arvutatakse liitmeetodi abil. Liitmeetodi puhul tekitab programm nii lasuva kui lamava kontuuri kolmnurki arvesse võttes uue pinna. Võttes arvesse ka kahe pinna vahelisi kaugusi, arvutab programm iga moodustunud kolmnurkse püstprisma ruumala eraldi ning seejärel liidab need ühtseks ruumalaks (joonis 3).



Joonis 3. Mahuarvutuse selgitus.

Varuplokkide kontuur on toodud Kaiste III uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaanil (graafiline lisa 1) ning geoloogilistel läbilõigetel (graafiline lisa 2). Pindalad on määratud joonestusprogrammis Autodesk AutoCAD Civil 3D 2019. Tekstilisas 7 on esitatud Kaiste III uuringuruumi kasuliku ja kattekihi paksus, mida on kasutatud varu arvutamisel.

Varu arvutuse tulemus:

Ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 14 (varu ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 9,56 ha pindalal kokku on 272 637 m³ (273 tuh m³).

Kasuliku kihi keskmine paksus on 2,8 m (arvutiprogrammis AutoCAD määratud varu alusel $272\,637\text{ m}^3 : 95\,567\text{ m}^2 = 2,8\text{ m}$).

Ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 15 (varu allpool uuringuaegset põhjavee taset) 9,56 ha pindalal kokku on 193 062 m³ (193 tuh m³).

Kasuliku kihi keskmine paksus on 2,0 m (arvutiprogrammis AutoCAD määratud varu alusel $193\,062\text{ m}^3 : 95\,567\text{ m}^2 = 2,0\text{ m}$).

Kattekihi moodustab Kaiste III uuringuruumis kasvukiht (muld). Kasvukihi (mulla) maht pindalal 9,56 ha kokku on 19 659 m³ (20 tuh m³).

Kasvukihi (mulla) keskmine paksus on 0,2 m (arvutiprogrammis AutoCAD määratud mahu alusel $19\,659\text{ m}^3 : 95\,567\text{ m}^2 = 0,2\text{ m}$).

Kaiste kruusamaardla ehitusliiva aktiivse reservvaru ploki 2 varu on 712 tuh m³, pindala 17,36 ha ja kasuliku kihi keskmine paksus 4,1 m.

Käesoleva töö käigus hinnati Kaiste kruusamaardla ehitusliiva aktiivne reservvaru 8,72 ha pindalal ümber aktiivseks tarbevaruks $87\,198\text{ m}^2 \times 4,1\text{ m} = 357\,512\text{ m}^3$ (358 tuh m³).

Kaiste kruusamaardla ehitusliiva aktiivne reservvaru (plokk 2) on pärast käesolevat geoloogilist uuringut $712\text{ tuh m}^3 - 358\text{ tuh m}^3 = 354\text{ tuh m}^3$ (pindala 17,36 ha – 8,72 ha = 8,64 ha).

4.3. Hüdrogeoloogilised tingimused

Kaiste III uuringuruumi teenindusala maapinna absoluutne kõrgus jääb vahemikku 31,6 – 37,3 m. Kasuliku kihi paksus on 2,8 – 5,8+ m, keskmiselt 4,8 m (keskmine paksus ülalpool põhjavee taset on 2,8 m ning allpool põhjavee taset 2,0 m). Kattekihi paksus on 0,2 – 0,5 m, keskmiselt 0,2 m. Kattekihi moodustab liivasegune kasvukiht (muld).

Käesoleva geoloogilise uuringu käigus 2020. a novembris avati põhjavesi kõigis kaevandites. Põhjavesi avati 2,0 – 3,4 meetri sügavusel maapinnast. Põhjavee tase oli uuringu ajal kogu Kaiste III uuringuruumi piires suhteliselt ühtlane, asudes absoluutsel kõrgusel 29,0 m (K-7) kuni 32,4 m (K-1 ja K-2). Põhjavee tase jälgib maapinna reljeefi ning langeb ida ja kagu suunas. Eeldatav kaevandamisjärgne põhjavee tase asub absoluutkõrgusel 29,0 m.

4.4. Mäendustingimused

Kaiste III uuringuruumi mäetehnilised tingimused on soodsad. Kattekiht on õhuke ning maavarale on hea juurdepääs. Maavara kiht on õhuke (keskmine paksus 4,8 m) ning seda saab kaevandada ühes astmes. Kaevandamist raskendab mõnevõrra varu osaline asumine allpool põhjavee taset, kuid kasuliku kihi väikesest paksusest tulenevalt on kaevandamine võimalik ilma veetaseme alandamiseta.

Juurdepäas tulevasele karjäärile on väga hea, Kaiste III uuringuruumi lõunapiiril kulgeb ida-lääne suunaliselt kohalik Kanamardi tee nr 8260513. Kalli-Töstamaa-Värati riigi kõrvalmaantee nr 19131 asub ca 3,5 km kaugusel idas ning Audru-Töstamaa-Nurmsi riigi kõrvalmaantee nr 19101 asub ca 10 km kaugusel lõunas. Karjääri väljaveotee rajamiseks on head tingimused (olemasolevad mahasõit) uuringuruumi lõunaservas. Kinnitamiseks esitatakse ja kaevandama hakatakse ehitusliiva varu, mis asub nii ülal- kui allpool põhjavee taset.

Pärast varu ammendamist tuleb kaevandatud maa korrastada vastavalt keskkonnaministri määrusele 07.04.2017 nr 12 „Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded ning maa korrastamise akti sisu ja vorm” (RT I, 08.04.2017, 5). Korrastamisprojekt koostatakse lähtudes Keskkonnaameti poolt esitatud korrastamistingimustest. Korrastamistingimusi esitades peab Keskkonnaamet lähtuma kaevandamise keskkonnamõju hindamise soovitustest, arvestama maaomaniku poolseid nõudeid ja kohaliku omavalitsuse arvamust. Korrastatava maa kasutamise sihtotstarbe määramisel lähtutakse maavara kaevandamisloas märgitust. Korrastamisprojektiga määratakse täpsemalt kaevandatud ala korrastamise suunad. Kaevandamise järgselt kujuneb mäeeraldise alale osaliselt veekogu (lõuna- ja kaguossa) ning ülejäänud ala on otstarbekas metsastada.

5. KESKKONNAMÕJU HINDAMINE

5.1. Uuringu keskkonnamõju hinnang

Kaiste III uuringuruumi teenindusala piires ja vahetus läheduses ei asu Natura 2000 linnu- ja loodusalasid, looduskaitsealasid, kaitstavaid looduse üksikobjekte ja kultuurimälestisi ning nende kaitsevööndit.

Kaiste III uuringuruumi teenindusala piirist ca 250 m kaugusel lääne suunas asub Massumetsa looduskaitseala (keskkonnaregistri kood KLO1000732), mille kaitse-eesmärk on: 1) kaitsta, säilitada ja taastada väärtuslikke metsakooslusi; 2) kaitsta kaitsealust liiki merikotkast (*Haliaeetus albicilla*) ja tema elupaika.

Geoloogilise uuringu käigus kaevatud kaevandid likvideeriti kohe pärast proovide võtmist, geoloogilise läbilõike kirjeldamist ja veetaseme mõõtmist pinnasega täitmise teel. Kaevandite likvideerimise kohta koostati akt, mille on heaks kiitnud Keskkonnaameti maapõuebüroo (tekstilisa 11). Geoloogiline uuring viidi läbi lühikese aja jooksul päevasel ajal ning kasutati tehniliselt korras ja kaasaegset masinaparki, uuringu välitööd keskkonnale olulist ja püsivat negatiivset mõju ei avaldanud. Geoloogiline uuring Kaiste III uuringuruumis ei ole olulise keskkonnamõjuga tegevus vastavalt keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse § 6, vastu võetud 22.02.2005 (RT I 2005, 15, 87).

5.2. Kaevandamise keskkonnamõju esialgne hinnang

Tulevase karjääri avamisel ja kasutamisel peab jälgima kõiki maavarade kaevandamise nõudeid. Liiva kaevandamisega otsest keskkonnareostust ega ohtlikkust ei kaasne. Tuleb jälgida, et karjääris ei tekiks

kütuse- või õlileket. Juhuslikud lekked tuleb koristada. Jäätmete ladustamine, masinate remont ja tankimine karjääris on keelatud.

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

Liiva kaevandamisel on peamisteks keskkonda mõjutavateks teguriteks tolmu, müra ning maastikupildi visuaalne muutumine. Kuival ajal veepealse varu kaevandamisel ning laadimisel on võimalik tolmu teke. Tolmu tekke vähendamiseks tuleb kuival ajal kasta karjääri teid ning ladustatud maavara puistanguid, millega viiakse tolmu teke praktiliselt nullini. Mehhanismide töö tekitab müra ja õhusaastet. Välisõhusaaste ei tohi ületada seadusandlusega kehtestatud piirnorme. Müratase peab vastama kehtivatele piirnormidele, et vältida müra kandumist lähipiirkonnas asuvate majapidamisteni. Veealuse varu kaevandamisel ilma veetaseme alandamiseta ümbruskonna põhjaveetasemele eelduslikult mõju puudub.

Keskkonnakaitse ja ohutustehnika nõuetest kinnipidamise korral ei kahjusta mäetööde tegemine oluliselt piirkonna ökoloogilisi tingimusi ning ei avalda keskkonnale olulist mõju. Kaevandamise järgselt moodustub ala lõuna- ja kaguossa veekogu ning ülejäänud ala metsastatakse.

Kaiste III uuringuruumi teenindusala kattub täielikult kraavkuivendusega maaparandussüsteemiga KANAMARDI (TTP-350), väline tunnus 6111960020280. Põllumajandusamet on 09.04.2018. a kirjaga nr 14.2-1/8374 kooskõlastanud geoloogilise uuringu tegemise maaparandussüsteemi alal (tekstilisa 12). Maavara kaevandamisloa taotluse koostamisel küsitakse Põllumajandus- ja Toiduameti kooskõlastus maavara kaevandamiseks maaparandussüsteemi alal.

6. KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli Hetkinvest OÜ tellimisel välja selgitada Kaiste III uuringuruumi liiva varu maht ning kvaliteet.

Geoloogilise uuringu tulemusena arvatati ehitusliiva aktiivne tarbevaru Kaiste III uuringuruumis kahe plokina:

- ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 14 (varu ülalpool uuringuaegset põhjavee taset) 9,56 ha pindalal kokku 273 tuh m³;
- ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokk 15 (varu allpool uuringuaegset põhjavee taset) 9,56 ha pindalal kokku 193 tuh m³.

Geoloogilise uuringu tulemusena arvatatud varu esitatakse kinnitamiseks keskkonnaregistri maardlate nimistu volitatud töötlejale (Maa-ametile) ning soovitatakse arvatatud ehitusliiva plokid aktiivse tarbevaruna arvele võtta.

Kaiste kruusamaardla ehitusliiva aktiivne reservvaru on 712 tuh m³, pindala 17,36 ha (plokk 2). Töö käigus hinnati 8,72 ha pindalal ehitusliiva aktiivne reservvaru ümber aktiivseks tarbevaruks 358 tuh m³. Kaiste kruusamaardla ehitusliiva aktiivne reservvaru on pärast käesolevat geoloogilist uuringut 354 tuh m³, pindala 8,64 ha (plokk 2).

Geoloog:

Tanel Mäger

7. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Arold, I. **Eesti Maastikud**. Tartu Ülikooli Geograafia Instituut, Tartu 2005. [1]
2. Sinisalu, R., Kajak, M., Türk, M. **Lääne-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne**. Geoloogia Valitsus, 1986 (EGF 4194). [2]
3. Sinisalu, R. **Kaiste kruusamaardla Kaiste I uuringuruumi geoloogiline uuring Pärnumaal** (varu seisuga 01.11.2005). Eesti Geoloogiakeskus, 2005 (EGF 7714). [3]
4. Grünberg, R. **Kaiste II uuringuruumi geoloogiline uuring** (varu seisuga 01.09.2019). Maavarauuringud OÜ, 2019 (EGF 9319). [4]
5. Roosalu, R. **Eesti Vabariigi 2019. aasta maavaravarude koondbilansid** (seisuga 31.12.2019). Maa-amet, Tallinn 2020. [5]

TEKSTILISAD