

**OÜ Inseneribüroo STEIGER**

**Pärnu maakonna  
Päraküla uuringuruumi  
geoloogilise uuringu aruanne**  
(varu seisuga 01.10.2018)

**Töö nr 18/2328**

**Tallinn 2018**

Kinnitan:

Helis Vahtra .....  
Juhatus liige

Geoloogilise uuringu tegid:

Catleen Kaasik .....  
Geoloog

Erkki Möldre .....  
Geoloog

Annika Vohta .....  
Mäeinsener

Allan Koger .....  
Markšeider, tase 6  
Kutsetunnistuse nr 130501

## ANNOTATSIOON

**Pärnu maakonna Päraküla uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne** (varu seisuga 01.10.2018).

Aruanne ühes köites, teksti 22 lk, 13 tekstilisa, 3 graafilist lisa. OÜ Inseneribüroo STEIGER, aadress: Männiku tee 104, 11216 Tallinn, 2018.

Päraküla uuringuruumi geoloogilise uuringu tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER geoloogilise uuringu loa L.MU/329932 alusel. Uuringuruumi teenindusala pindalaga 38,23 ha asub Pärnu maakonnas Pärnu linnas Päraküla külas, Joanna (katastritunnus 82603:001:0066, pindala 13,97 ha), Peraküla - Joanni (katastritunnus 82603:001:0067, pindala 43,80 ha), Uuetoa (katastritunnus 82603:001:0063, pindala 5,20 ha), Luiskama (katastritunnus 82603:001:0076, pindala 5,60 ha) ja Metsa (katastritunnus 82603:001:0059, pindala 5,30 ha) kinnistutel. Uuringuruum koosneb kolmest lahustükist.

Geoloogilise uuringu esimeses etapis kaevati uuringuruumi teenindusalele ekskavaatoriga 11 kaevandit, kuid kõrge veetaseme tõttu vajusid need kinni ning ei jõutud kasuliku kihi lamamini. Sellest tulenevalt puuriti geoloogilise informatsiooni saamiseks puuraugud. Uuringuvõrgu tihendamiseks puuriti kokku 24 puurauku. Kokku registreeriti Päraküla uuringuruumis 35 uuringupunkti.

Kolmekümne viiest uuringupunktist võeti kokku kolmkümmend viis (35) proovi materjali terastikulise koostise määramiseks. Lisaks määrati seitsmes üksikproovis (proovid 9-1, 10-1, 13-1, K-1, K-11, K-13, K-8) liiva filtratsioonimoodul ning ühes koondproovis kruusaosakeste purunemiskindlus Los Angelese meetodil ning külma-kindlus destilleeritud vees. Uuringuruumi teenindusala mõõdistati topograafiliselt mõõtkavas 1 : 2000.

Uuringuruumis lasuva kasuliku kihi moodustavad ülipeene- kuni keskmiseteralised liivad. Uuringuruumi katendi paksus, mis on esindatud kasvukihi ning mulla või saviliivaga on suhteliselt stabiilne, keskmiselt 0,5 m. Kasuliku kihi paksus uuringuruumi piires varieerub vahemikus 0,0 - 7,5 m, keskmiselt 3,1 m. Suurema kasuliku kihi paksusega uuringupunktid asuvad uuringuruumi läänepoolse lahustüki kesk- ja kaguosas ning uuringuruumi kagupoolse lahustüki ida- ja lõunaosas.

Kasuliku kihi lamami kõrgusandmed varieeruvad vahemikus 17,6 - 26,9 m (keskmiselt 21,6 m). Lamamiks on valdavalt moreen, kuid uuringuruumis esineb kohati ka liivsavi, saviliiva ning savi. Moreeni, liivsavi, saviliiva ja savi värvused varieeruvad tumehallist sinakashallini.

Uuringuruumi 23 uuringupunktis (6 kaevandit, 17 puurauku) mõõdeti põhjavee taseme ilmnemisel nende absoluutkõrgused. 2018. aasta puuraukude põhjavee tasemete absoluutkõrgused jäävad vahemikku 20,8 - 25,7 m (keskmiselt 23,6 m) ning 2017. a kaevandite põhjavee tasemete absoluutkõrgused jäävad vahemikku 20,1 - 23,1 m (keskmiselt 21,8 m). Eeltoodud andmetel on uuringuaegne keskmine põhjavee taseme abs kõrgus 23,2 m. Põhjavee tasemest lähtuvalt on 34% varust veepealne ning 66% veealune.

Töö tulemusena moodustati Päraküla uuringuruumis kolm ehitusliiva plokki:

- plokk 1 (pindala 6,68 ha) tarbevaru kogusega 247 tuh m<sup>3</sup> (sh veealune varu 70 tuh m<sup>3</sup> ja veepealne varu 177 tuh m<sup>3</sup>);
- plokk 2 (pindala 9,91 ha) tarbevaru kogusega 210 tuh m<sup>3</sup> (sh veealune varu 203 tuh m<sup>3</sup> ja veepealne varu 7 tuh m<sup>3</sup>);
- plokk 3 (pindala 18,09 ha) tarbevaru kogusega 460 tuh m<sup>3</sup> (sh veealune varu 329 tuh m<sup>3</sup> ja veepealne varu 131 tuh m<sup>3</sup>).

Eeltoodud varu kogused ja pindalad esitatakse seisuga 01.10.2018. a Maa-ametile kinnitamiseks Päraküla liivamaardla koosseisus.

Võtmesõnad: Pärnu maakond, Pärnu linn, Päraküla uuringuruum, ehitusliiv, täiteliiv, aktiivne tarbevaru, geoloogiline uuring.

Koostas:

Catleen Kaasik

## SISUKORD

<b>1. SISSEJUHATUS .....</b>	<b>7</b>
<b>2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS JA UURITUS.....</b>	<b>8</b>
<b>3. UURINGU METOODIKA, MAHT JA KESKKONNAMÕJU .....</b>	<b>10</b>
3.1 Kaevandite ja puuraukude rajamine .....	10
3.2 Proovide võtmine .....	11
3.3 Laboratoorsed uuringud .....	11
3.4 Topograafilised tööd .....	11
3.5 Kameraaltööd .....	11
3.6 Uuringu keskkonnamõju .....	12
<b>4. GEOLOOGILINE EHITUS JA HÜDROGEOLOOGILISED</b>	
<b>    TINGIMUSED.....</b>	<b>13</b>
4.1 Geoloogiline ehitus .....	13
4.2 Hüdrogeoloogilised tingimused .....	14
<b>5. MAAVARA KVALITEET .....</b>	<b>15</b>
<b>6. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED .....</b>	<b>18</b>
<b>7. VARU ARVUTUS.....</b>	<b>20</b>
<b>8. KOKKUVÕTE .....</b>	<b>21</b>
<b>9. KASUTATUD KIRJANDUS .....</b>	<b>22</b>

## TEKSTILISAD

1. Geoloogilise uuringu luba L.MU/329932 .....	23
2. Päraküla uuringuruumi kaevandite/puuraukude kataloog .....	24
3. Kaevandite/puuraukude geoloogilised kirjeldused.....	26
4. Loodusliku materjali granulomeetrilise koostise tabel (GOST 8735, 5269).....	38
5. Väljasõelutud liiva fraktsioonide sisalduse ja keskmiste näitajate tabel .....	41
6. OÜ Inseneribüroo STEIGER labori katseprotokoll .....	48
7. Kaevandite ja puuraukude likvideerimise akt ja heakskiitmine .....	59
8. Topograafilise mõõdistamise seletuskiri .....	61
9. Varu arvutuse tulemused .....	62
10. Varuploki piiripunktide koordinaadid ja pindala .....	66
11. Elektrilevi OÜ kooskõlastus.....	67
12. Põllumajandusameti kooskõlastus.....	69
13. Tellija arvamus tehtud tööde kohta .....	70
Registrikaardi projekt	
Maa-ameti käskkiri varu kinnitamise kohta	

## **GRAAFILISED LISAD**

1. Topograafiline ja varu arvutuse plaan, M 1 : 2000
2. Geoloogilised läbilõiked I - I' ... VI - VI'. Mõõtkava H 1 : 2000, V 1 : 100
3. Geoloogilised läbilõiked VII - VII' ... XI - XI'. Mõõtkava H 1 : 2000, V 1 : 100

## **DIGITAALSED LISAD**

1. Varuplokkide mahu arvutuse mudelid
  - maapinna mudel EH2000
  - lasumi mudel EH2000
  - lamami mudel EH2000
  - uuringuaegse keskmise põhjavee taseme mudel EH2000

## 1. SISSEJUHATUS

Päraküla uuringuruumi geoloogilise uuringu tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER Aktsiaselts K.A.T. & Ko tellimusel Keskkonnaameti 20.10.2017. a väljastatud geoloogilise uuringu loa L.MU/329932 alusel (lisa 1).

Geoloogilise uuringu eesmärk oli uurida uuringuruumis leiduva maavara levikut, paksust, kogust ning hinnata selle kvaliteeti ning võimalikke kaevandamistingimusi. Eesmärgi saavutamiseks kaevati 2017. a oktoobris uuringuruumi teenindusalale 11 kaevandit ning 2018. a juunis puuriti lisaks 24 puurauku. Uuringupunktidest võeti kokku kolmkümmend viis (35) proovi materjali terastikulise koostise määramiseks. Lisaks määrati seitsme proovi (proovid 9-1, 10-1, 13-1, K-1, K-11, K-13, K-8) liiva filtratsioonimoodul ning kõikidest proovidest välja sõelutud kruusa füüsikalismehaanilised näitajad. Laboratoorsed analüüsid tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER akrediteeritud laboratooriumis. Uuringuruumi teenindusala mõõdistati topograafiliselt mõõtkavas 1 : 2000.

Uuringu välitöö geoloogilise situatsiooni kirjeldamise tegi 28.10.2017. a geoloogia-insener Kadri Mikkelsaar ning 25. - 26.06.2018. a geoloog Erkki Möldre. Topograafilise mõõdistamise tegid 2018. a juunis markšeiderid Allan Koger ja Ain Anepaio ning kameraaltööd tegi geoloog Catleen Kaasik ja joonised koostas mäeinsener Annika Vohta.

Maavara geoloogilise uuringu metoodikas lähtuti keskkonnaministri 26.05.2005. a määrusest nr 44 „Üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord“ (RTL 2005, 60, 866).

## 2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS JA UURITUS

Päraküla uuringuruum asub Pärnu maakonnas Pärnu linnas Päraküla külas. Uuringuruum koosneb kolmest lahustükist – lääne-, kirde- ning kagupoolne. Uuringuruum hõlmab eraomandisse kuuluvaid kinnistuid Joanna (katastritunnus 82603:001:0066, pindala 13,97 ha), Peraküla - Joanni (katastritunnus 82603:001:0067, pindala 43,80 ha), Uuetoa (katastritunnus 82603:001:0063, pindala 5,20 ha), Luiskama (katastritunnus 82603:001:0076, pindala 5,60 ha) ja Metsa (katastritunnus 82603:001:0059, pindala 5,30 ha). Kõikide kinnistute sihtotstarve on 100% maatulundusmaa. Joannna kinnistu kuulub eraisikule Roland Kuusik ning Peraküla-Joanni, Uuetoa, Luiskama ja Metsa kinnistud kuuluvad ettevõttele Aktsiaselts K.A.T. & Ko.

Päraküla uuringuruum külgneb Lepiku (katastritunnus 82603:001:0064), Pölde (katastritunnus 82603:001:0062), Reinu (katastritunnus 82603:001:0070), Laane (katastritunnus 82603:001:0030), Jüri - Jaani (katastritunnus 82603:001:0001), Luiskama (katastritunnus 82603:001:0077), Metsa (katastritunnus 82603:001:0061) ja Audru metskond 288 (katastritunnus 82601:001:0222) kinnistutega. Lisaks poolitab kirde- ning kagupoolset lahustükki Kõima - Seliste kõrvalmaantee nr 19107 (katastritunnus 82603:001:0012), millele kehib 30 m laiune kaitsevöönd tee välimisest servast.

Päraküla uuringuruum jääb Eesti 1 : 50 000 baaskaardi lehele nr 5331 Audru. Ala keskosa geograafilised koordinaadid on 58° 19' 45,72" pl ja 24° 06' 6,1" ip.



Foto 2.1 Päraküla uuringuruumi looduslik rohuma (K. Mikkelsaar, 2017).

Uuringuruumi teenindusala katab enamasti metsa- ning looduslik rohuma, mida kasutatakse loomade karjatamiseks (foto 2.1). Uuringuruumi keskosas asub ~1,8 ha pindalal märgala, mis on sinna tekkinud 1990. aastatel toimunud kruusa ja liiva kaevandamise tagajärjel.

Geoloogilise uuringu mõõdistusandmetel on uuringuruumi maapinna absoluutkõrgused vahemikus 21,8 - 28,6 m (keskmiselt 24,8 m). Maapind on madalam uuringuruumi kaguservas ning tõuseb lääne ja loode suunas.

Lähimad majapidamised asuvad uuringuruumist loodes Põlde (katastritunnus 82603:001:0062), Lepiku (katastritunnus 82603:001:0064) ja Jüri-Jaani (katastritunnus 82603:001:0001) kinnistutel. Lisaks asub uuringuruumiga kattuv Joanna kinnistu (katastritunnus 82603:001:0066) lõunaosas AS K.A.T & Ko'le kuuluv laudahoone.

Lähimad külad Seliste ja Lõuka asuvad uuringuruumist ~4 km kaugusel edelas ja loodes. Lähim suurem asula on Tõstamaa alevik, mis asub ~6 km kaugusel loodes.

Taotletava Päraküla uuringuruumi kirdepoolse lahustüki põhjaserv kattub MÄNNIKU maaparandussüsteemiga (tunnus 6112140030011001) ning antud põhjaservast ~150 m kaugusel kirdes voolab Männiku jõgi (tunnus VEE1121400) 100 m laiusega kalda piiranguvööndiga. Teisel pool Männiku jõge asub TÕSTAMAA (PÜ-79) maaparandussüsteem (tunnus 6112140030010001).

Läänepoolset lahustükki läbib Elektrilevi OÜ elektriõhuliin LIU:TST (tunnus K230742848) 10 m laiuse kaitsevööndiga liini teljest, mis kulgeb kuni kirdepoolsel lahustükil asuva Elektrilevi OÜ Päraküla:(Tõstamaa) (tunnus M1094876) alajaamani. Kagu- ja kirdepoolset lahustükki läbib Elektrilevi OÜ elektriõhuliin Võhma talu, Uue-Selja talu (tunnus M22143785) kaitsevööndiga 2 m liini teljest. Lisaks läbivad kirdepoolset lahustükki veel Elektrilevi elektrimaakaabelliin LIU:TST (tunnus KKL230742848) 1 m laiuse kaitsevööndiga liini teljest ning elektriõhuliinid, 2 m laiuse kaitsevööndiga liini teljest, Potsepa poole (tunnus M22143786) ja Põlde talu, Lepiku talu (tunnus M22143784). Kirdepoolsel lahustükil asub ka Elektrilevi OÜ elektriõhuliini mastitõmmits (tunnus 222252934).

Päraküla uuringuruumi põhjaservas asub geodeetiline märk Peraküla (tunnus 101768) ning Svetlana kinnistul, uuringuruumist ~20 m põhjas, geodeetiline märk 26 (tunnus 6989). Uuringuruumi kirdepoolsest lahustükist ~60 m läänes asub geodeetiline märk 462 (tunnus 101116).

Ligikaudu 300 m kaugusel edelas asub III kategooria kaitsealuse liigi *Buteo buteo* (hiireviu) elukoht (tunnus KLO9120111).

Päraküla uuringuruumi piires ei ole varasemalt geoloogilisi uuringuid tehtud ja selle vahetus läheduses ei ole ühtegi kehtivat maardlat, mille koosseisu lugeda käesoleva uuringuga moodustatud varuplokid, mistõttu tehakse ettepanek võtta arvele uus Päraküla liivamaardla.

### 3. UURINGU METOODIKA, MAHT JA KESKKONNAMÕJU

Keskkonnaameti 20.10.2017. a väljastatud geoloogilise uuringu loas (kehtivusaeg 20.10.2017 - 19.10.2019. a) on lubatud uurimissügavuseks kuni 10 meetrit. Uuringuga on lubatud kaevata kuni 35 kaevandit ning puurida kuni 25 puurauku. Hüdro-geoloogilistest töödest on lubatud veetasemete mõõtmised.

#### 3.1 Kaevandite ja puuraukude rajamine

Maavara kvaliteedi ja kasuliku kihi leviku hindamiseks kaevati esialgu uuringuruumi teenindusalale kokku 11 kaevandit. Kaevamiseks kasutati 28.10.2017. a geoloogilise uuringu välitööl pöördkopp-ekskavaatorit VOLVO EC180CL (foto 3.1). Kõrge põhjavee taseme tõttu ei olnud enamikes kaevandites võimalik fikseerida kasuliku kihi lamamit, mistõttu puuriti 25.06.2018. a Päraküla uuringuruumi teenindusalale lisaks kokku 24 puurauku. Puurimine toimus tigupuuragregaadi šnekkidega. Puuraukude asukohad ei kattu kaevandite asukohtadega – uuringuruumis registreeriti kokku 35 uuringupunkti.



Foto 3.1 Ekskavaator VOLVO EC180CL Päraküla geoloogilise uuringu välitööl (K. Mikkelsaar, 2017).

Kahe uuringupunkti vaheline maksimaalne kaugus oli ~270 m, kuid valdavalt olid uuringupunktide vahekaugused vahemikus 100 - 190 m, mis vastab tarbevaru uurituse nõuetele. Maksimaalne uurimissügavus oli 9,0 m (keskmine 3,9 m). Kõikides uuringupunktides fikseeriti põhjavee ilmnemisel selle veetase ning võeti proovid laboratoorseteks analüüsideks, et iseloomustada maavara kvaliteeti.

### 3.2 Proovide võtmine

Proovide võtmiseks kaevanditest tõsteti materjal kopaga kuhilatesse, kust võeti kogu kasuliku kihi ulatuses litoloogiliste erimite kaupa punktmeetodil 1 - 3 proovi kaevandi kohta. Kaevamisega välja tõstetud materjali ei rikutud ning uuringuaukudest võetud proovid olid esinduslikud iseloomustamiseks maavara kvaliteeti.

Puuraukudest võeti proovid šnekilt kogu kasuliku kihi ulatuses ühtlaselt ilma vahedeta. Proovid segati ning pandi proovikotti. Välitöödel võeti terastikulise koostise määramiseks kolmekümne viiest (35) kaevandist/puuraugust kokku 35 proovi, pikkusega 1,0 - 3,9 m (keskmiselt 2,4 m). Proovide üldpikkus kokku oli 82,5 m. Liiva filtratsioonimoodul määrati seitsmes üksikproovis (proovid 9-1, 10-1, 13-1, K-1, K-11, K-13, K-8) ning lisaks määrati kõikide eeltoodud proovide kruusaosakeste koondproovi purunemiskindlus Los Angelese toimel ning külmakindlus destilleeritud vees.

### 3.3 Laboratoorsed uuringud

Kõik granulomeetrilise koostise, filtratsioonimooduli, purunemis- ning külmakindluse määramise proovid tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER laboratooriumis (EAK L202). Liiva ja kruusa terastikulise koostise määramiseks kasutati standardile GOST 8735 ja 8269 vastavaid sõelu ava läbimõõtudega: 70; 40; 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16; 0,05 mm. Liiva filtratsioonimooduli määramine tehti vastavalt standardile EVS 901-20, purunemiskindluse määramine LA meetodil vastavalt standardile EVS-EN 1097-2 ning külmakindluse määramine destilleeritud vees vastavalt standardile EVS-EN 1367-1.

Laboratoorsete katsete tulemused ja katseprotokollid on toodud lisades 2, 4, 5 ja 6.

### 3.4 Topograafilised tööd

Topograafilise mõõdistamise mõõtkavas 1 : 2000 tegi 25. - 27.06.2018. a OÜ Inseneribüroo STEIGER. Mõõdistus tehti reaalarajas kinemaatilise (RTK) GNSS positsioneerimisega. Lähtekoordinaadid on määratud L-Est 97 süsteemis ning kõrgused EH2000 süsteemis. Täiendavad andmed on esitatud topograafiliste tööde seletuskirjas (lisa 8).

### 3.5 Kameraaltööd

Kameraaltöödega töödeldi läbi välitöödel saadud informatsioon ning laboratoorsete uuringute andmestik. Maavara hindamisel lähtuti keskkonnaministri 26.05.2005. a määrusest nr 44 kinnitatud „Üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord,” mille alusel kruusa käsitletakse ehituskruusana, kui ta vastab järgmistele põhinõuetele:

- osakeste sisaldus läbimõõduga üle 5 mm >35%;
- savi- ja tolmuosakesi <20%.

Kruusa hulka on loetud ka veerised ja munakad.

Liiva käsitletakse ehitusliivana, kui ta vastab järgmistele põhinõuetele:

- peensusmoodul >1,3;
- savi- ja tolmuosakesi <10%;
- osakeste sisaldus läbimõõduga üle 5 mm (kruus) <35%.

Nendele nõuetele mittevastavat materjali vaadeldakse vastavalt kui eriotstarbelist kruusa (täitekruusa) ja eriotstarbelist liiva (täiteliiva).

Geoloogilise uuringu aruandele lisaks koostati topograafiline ja varu arvutuse plaan koos geoloogiliste läbilõigetega. Varu arvutuse plaan (mõõtkava 1:2000) ja geoloogilised läbilõiked on koostatud programmiga Bentley PowerCivil V8i (litsents 70000661800020). Pinnamudelid ja mahumäärangud on tehtud triangulatsiooni-meetodiga.

### **3.6 Uuringu keskkonnamõju**

Geoloogilise uuringu välitööde tegevus – topograafiline mõõdistamine, kaevandite kaevamine ja puuraukude puurimine ning nende likvideerimine ei muutnud märkimisväärselt looduskeskkonda. Geoloogilise uuringuga järgiti rangelt kõiki keskkonnakaitse ja ohutustehnika nõudeid. Tööde teostamiseks kasutatud ekskavaator ja puurmasin olid tehniliselt korras. Geoloogilise uuringuga ei kasutatud keskkonnaohtlikke materjale ega aineid ning ei reostatud põhjavett.

Kaevandamisjäätmel uuringu tulemusel ei tekkinud. Geoloogilise läbilõike kirjeldamise ning proovide võtmise järgselt likvideeriti kaevandid ja puuraugud samast kohast väljatõstetud materjaliga. Kaevandid tihendati mehaaniliselt ning puuraugud tihendati käsitsi. Maapind tasandati ning uuringueelne looduslik seisund taastati võimalikult täpselt. Likvideerimise kohta on koostatud akt, mille on heaks kiitnud Keskkonnaamet (lisa 7).

## 4. GEOLOOGILINE EHITUS JA HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

### 4.1 Geoloogiline ehitus

Päraküla uuringuruum asub Kesk - Devoni ladestiku Pärnu lademe, Pärnu kihistu avamusalal, kus esineb liivakivi, aleuroliiti, savi, dolokivi ja domeriiti. Pärnu lademe paksus on vahemikus 15 - 47 meetrit (Kleesment jt., 2006).

Uuringuruumi teenindusala katendi paksus on suhteliselt ühtlane, ainult kolme uuringupunkti katendi paksus ületas 1,0 m – katendi paksus jääb vahemikku 0,2 - 2,3 m (keskmiselt 0,5 m). Katend on esindatud ~0,2 m paksuse kasvukihiga, millele järgneb enamikes uuringupunktides orgaanikarikas must muld või üksikutes uuringupunktides tihe saviliiv.

Kasulik kiht on esindatud ülipeene- kuni keskmiseteralise kohati kruusaka liivaga, milles esineb vähesel määral ka veeriseid. Kruus ja veerised on karbonaatse koostisega. Geoloogilise situatsiooni kirjeldamisel on kirjeldatud uuringuruumis esinevat liiva ja kruusa halliks, kollaseks, kollakashalliks, hallikaskollaseks, pruunikaskollaseks või hallikasbeežiks. Üldiselt muutub materjal sügavuse suurenedes hallimaks ning tihedamaks – savi- ja tolmuosakeste sisaldus suureneb (foto 4.1).



Foto 4.1 Savikas materjal uuringupunkti lamamis (K. Mikkelsaar, 2017).

Kaevandite sügavus oli väike ning nendega ei jõutud kasuliku kihi lamamini, mistõttu ei arvestata saadud andmeid kasuliku kihi paksuse iseloomustamiseks. Puuraukude andmetel on uuringuruumi kasuliku kihi paksus vahemikus 0,0 - 7,5 m (keskmiselt 3,1 m). Suurema kasuliku kihi paksusega uuringupunktid asuvad uuringuruumi läänepoolse lahustüki kesk- ja kaguosas ning uuringuruumi kagupoolse lahustüki ida- ja lõunaosas. Võttes aluseks koostatud maapinna, lasumi ja lamami mudelid, on varu ja pindala suhtest tulenevalt moodustatud varuplokkide keskmised kasuliku kihi paksused vahemikus 2,1 - 3,7 m (lisa 9).

Puuraukudega ning ka üksikute kaevanditega fikseeriti uuringupunktide kasuliku kihi lamam, mis jääb absoluutkõrguste vahemikku 17,6 - 26,9 m (keskmiselt 21,6 m). Lamamiks on valdavalt moreen, kuid uuringuruumis esineb kohati ka liivsavi, saviliiva ning savi. Moreeni, liivsavi, saviliiva ja savi värvused varieeruvad tumehallist sinakashallini.

#### **4.2 Hüdrogeoloogilised tingimused**

Hüdrogeoloogilistest töödest tehti kaevandite ning puuraukude veetasemete mõõtmised. Veetasemed fikseeriti 17 puuraugus ja 6 kaevandis. Ülejäänud 7 puuraugu seinad varisesid kinni, mistõttu ei olnud võimalik veetaset mõõta ning 5 kaevandis vett ei esinenud.

Veetasemete mõõtmised on tehtud 2018. a juunikuus, mis oli väga sademetevaene aeg (riigi ilmateenistuse sademetemõõtur – 38,5 mm) ning 2017. a oktoobris, mis oli sademeterohke aeg (riigi ilmateenistuse sademetemõõtur – 140,4 mm).

Põhjavee tase järgib suures osas maapinna reljeefi, olles kõrgem uuringuruumi lääneosas ning langedes ida suunas. Puuraukude veetasemete sügavused olid maapinnast 0,4 - 2,4 m (keskmiselt 1,2 m) sügavusel, jäädes absoluutkõrguste vahemikku 20,1 - 25,7 m (keskmiselt 23,6 m). Kaevandite veetasemete sügavused olid maapinnast 1,6 - 2,4 m (keskmiselt 2,0 m) sügavusel, jäädes absoluutkõrguste vahemikku 20,1 - 23,1 m (keskmiselt 21,8 m). Kogu uuringuruumi uuringuaegse keskmise veetaseme absoluutkõrgus on 23,2 m, mille arvutamisel kasutati nii kaevandite kui ka puuraukude veetasemeid.

Keskmise veetaseme kõrguse puhul tuleb meeles pidada, et tegemist on aritmeetilise näitajaga, mida ei saa võtta tulevikus karjääri ammendamisel tekkiva veekogu eelduseks. Põhjavee taseme aastane kõikumine võib olla kuni 2 m, sõltudes sademete hulga jaotusest aasta lõikes ning lumikatte paksusest ja selle sulamisperioodi pikkusest.

Uuringuaegset keskmist põhjavee taseme kõrgust on kasutatud veepealse ning veealuse varu arvutamisel, mille tulemusel on 34% kogu varust veepealne ning 66% veealune. Plokk 1 veealuse varu keskmine paksus on 1,0 m, plokk 2 veealuse varu keskmine paksus on 2,0 m ning plokk 3 veealuse varu keskmine paksus on 1,8 m.

## 5. MAAVARA KVALITEET

Kogu maavara kvaliteedi hindamisel on aluseks käesoleva geoloogilise uuringu kahekümne kuuest uuringupunktist (4 kaevandit, 22 puurauku) võetud 35 proovi tulemused. Üheksateistkümne (19) proovi näitajad vastavad ehitusliivale esitatud nõuetele ning kuueteistkümne (16) proovi näitajad täiteliivale nõuetele. Uuringuruumis esinev looduslik materjal on esindatud ülipeene- kuni keskmiseteralise liivaga, milles esineb kohati kruusa ja saviliiva.

Tabel 5.1 Kasuliku materjali põhinäitajad kogu Päraküla uuringuruumi piires

Erim	Ehitusliiv
Proovide arv	35
Proovide pikkus, m	82,5
<b>Loodusliku materjali koostise näitajad</b>	
Kruusa sisaldus (fraktsioon >5 mm), %	0,0 - 29,8 (keskmine 10,4)
Liiva sisaldus (0,05 - 5,0 mm), %	60,4 - 97,1 (keskmine 83,1)
Savi- ja tolmuosakeste sisaldus (<0,05 mm), %	1,3 - 13,1 (keskmine 6,5)
Liiva peensusmoodul	0,5 - 2,0 (keskmine 1,5)
Liiva filtratsioon, m/ööp	0,1 - 3,7 (0,9)

Kogu Päraküla uuringuruumi kasuliku kihi kruusa sisaldus on vahemikus 0,0 - 29,8% (keskmiselt 10,4%), liiva sisaldus vahemikus 60,4 - 97,1% (keskmiselt 83,1%), savi- ja tolmuosakeste sisaldus vahemikus 1,3 - 13,1% (keskmiselt 6,5%), liiva peensusmoodul vahemikus 0,5 - 2,0 (keskmiselt 1,5) ning liiva filtratsioonimoodul vahemikus 0,1 - 3,7 m/ööp (keskmiselt 0,9 m/ööp) (tabel 5.1). Eeltoodud keskmiste näitajate põhjal vastab maavara ehitusliiva nõuetele.

Uuringuruumi kasuliku kihi ulatuses vastab ~54% liiva proovidest ehitusliiva nõuetele ning ~46% täiteliiva nõuetele. Uuringuruumi kolmel lahustükil lasuva kasuliku kihi näitajad on väga muutlikud, mistõttu ei moodustata eraldi täite- ja ehitusliiva plokkide. Plokkides lasuva materjali kvaliteeti hinnatakse uuringupunktide laboratoorsete analüüside keskmiste tulemuste põhjal.

Lähtuvalt maavara kasuliku kihi paksusest ning uuringuruumi- ja katastriüksuse piiridest, moodustati kolm ehitusliiva aktiivse tarbevaru plokkide. Plokk 1 kvaliteedinäitajad on arvutatud üheteistkümne proovi, plokk 2 kvaliteedinäitajad kuue proovi, plokk 3 kvaliteedinäitajad kaheksateistkümne proovi loodusliku materjali laboratoorsete analüüside põhjal. Proovide laboratoorsete uuringute tulemused on esitatud tekstilisades 2, 4, 5, 6 ja kokkuvõtlikud tulemused tabelis 5.1 ja 5.2.

Tabel 5.2 Kasuliku materjali põhinäitajad moodustatud tarbevaru plokkide piires

<b>Plokk</b>	<b>1 (aT)</b>	<b>2 (aT)</b>	<b>3 (aT)</b>
Erim	ehitusliiv	ehitusliiv	ehitusliiv
Proovide arv	11	6	18
Proovide kogupikkus, m	26,4	13,3	42,8
>5 mm, %	0,0 - 29,8 (keskm. 9,5)	2,0 - 26,5 (keskm. 11,5)	0,0 - 27,5 (keskm. 10,4)
0,05 - 5,0 mm, %	67,9 - 97,1 (keskm. 83,6)	60,4 - 92,7 (keskm. 82,1)	63,6 - 95,6 (keskm. 83,3)
<0,05 mm, %	2,3 - 12,0 (keskm. 6,9)	1,7 - 13,1 (keskm. 6,4)	1,3 - 11,1 (keskm. 6,3)
Liiva peensusmoodul	0,9 - 2,0 (keskm. 1,5)	1,1 - 2,0 (keskm. 1,6)	0,5 - 1,9 (keskm. 1,4)
Liiva filtratsioonimoodul, m/ööp	1,0	0,7	0,1 - 3,7 (keskm. 1,0)

*aT - aktiivne tarbevaru*

Moodustatud plokk 1 kruusa sisaldus on vahemikus 0,0 - 29,8% (keskmiselt 9,5%), liiva sisaldus vahemikus 67,9 - 97,1% (keskmiselt 83,5%), savi- ja tolmuosakeste sisaldus vahemikus 2,3 - 12,0% (keskmiselt 6,9%), liiva peensusmoodul vahemikus 0,9 - 2,0 (keskmiselt 1,5) ning liiva filtratsioonimoodul 1,0 m/ööp.

Moodustatud plokk 2 kruusa sisaldus on vahemikus 2,0 - 26,5% (keskmiselt 11,5%), liiva sisaldus vahemikus 60,4 - 92,7% (keskmiselt 82,1%), savi- ja tolmuosakeste sisaldus vahemikus 1,7 - 13,1% (keskmiselt 6,4%), liiva peensusmoodul vahemikus 1,1 - 2,0 (keskmiselt 1,6) ning liiva filtratsioonimoodul 0,7 m/ööp.

Moodustatud plokk 3 kruusa sisaldus on vahemikus 0,0 - 27,5% (keskmiselt 10,4%), liiva sisaldus vahemikus 63,6 - 95,6% (keskmiselt 83,3%), savi- ja tolmuosakeste sisaldus vahemikus 1,3 - 11,1% (keskmiselt 6,3%), liiva peensusmoodul vahemikus 0,5 - 1,9 (keskmiselt 1,4) ning liiva filtratsioonimoodul vahemikus 0,1 - 3,7 m/ööp (keskmiselt 1,0 m/ööp).

Majandus- ja taristusministri 03.08.2015 a määruses nr 101 „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“ § 9 punktis 10 toodule peab muldkeha töökihis kasutatava täitematerjali filtratsioonimoodul olema vähemalt 0,2 m/ööp ning sama määruse § 11 punktis 6 toodule peab tee katendi ehitamisel drenkihi filtratsioonimoodul olema vähemalt 0,5 m/ööp.

Lisaks on Majandus- ja taristuministri 05.08.2015 a määruse „Tee projekteerimise normid“ nr 106 lisas „Maanteede projekteerimisnormid“ (punkt 3.2 lõige 10) loetakse drenivaks pinnaseid, mille filtratsioonimoodul standardse *Proctorteimiga* on vähemalt 0,2 m/ööp. Sama määruse punkt 3.3 lõige 3 alusel võib tee muldkeha töökihi ülemise 1 m ehitamisel kasutada pinnaseid, mille filtratsioonimoodul standardse *Proctorteimi* maksimaaltihedusel on vähemalt 0,5 m/ööp. Kasutada võib ka pinnaseid filtratsioonimooduliga 0,2 - 0,5 m/ööp, kuid sel juhul tuleb ehitada lisaks drenkiht. Töökihi alumise 0,5 m osas peab filtratsioonimoodul olema vähemalt 0,2 m/ööp.

Eeltoodud nõudeid arvesse võttes sobib Päraküla uuringuruumi plokkide 1, 2, ja 3 ehitusliiv kasutamiseks teede muldkeha töökihtide täitematerjaliks ning drenkihtide ehitamiseks. Vastavalt ehitise projektdokumentatsioonile võivad ehitusmaterjalidele esitatavad nõuded erineda eeltoodust ning olla karmimad.

## 6. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Päraküla uuringuruumi mäenduslikud tingimused on suhteliselt head. Uuringuruumi kirde- ja kagupoolset lahustükki läbib kruuskattega Kõima-Seliste kõrvalmaantee (tunnus 19107) ning lisaks läbib kagupoolset lahustükki kruuskattega tee. Olemasolev teedevõrk uuringuruumi vahetus läheduses muudab tulevase karjääriala ligipääsetavaks ning hõlbustab väljavedu.

Geoloogilise uuringu mõõdistusandmetel on maapinna absoluutkõrgused vahemikus 21,8 - 28,6 m (keskmiselt 24,8 m) ning kasuliku kihi lamami absoluutkõrgused vahemikus 17,6 - 26,9 m (keskmiselt 21,6 m).

Plokk 1 kasuliku kihi keskmine paksus on 3,7 m (sh. veealune 1,0 m), mida katab keskmiselt 1,2 m paksune katendi kiht. Plokk 2 kasuliku kihi keskmine paksus on 2,1 m (sh. veealune 2,0 m), mida katab keskmiselt 0,5 m paksune katendi kiht. Plokk 3 kasuliku kihi keskmine paksus on 2,5 m (sh. veealune 1,8 m), mida katab keskmiselt 0,5 m paksune katendi kiht (lisa 9).

Tehniliselt on plokkide piires maavara lihtsasti ekskavaatoriga kaevandatav, eeldusel, et ekskavaatori noole pikkus seda võimaldab. Veepealset varu on võimalik väljata ka laaduriga.

Laboratoorsete analüüside keskmiste tulemuste alusel vastab uuringuruumis esinev maavara ehitusliiva nõuetele. Lisaks on materjal suhteliselt hea filtreeruvusega. Vee alt kaevandamisega võib materjali filtreeruvus paraneda veelgi, sest vesi uhub liivast välja savi- ja tolmuosakesi.

Vastavalt keskkonnaministri 07.04.2017. a määrusele nr 12 „Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa korrastamise akti sisu ja vorm“ peab veekogu rajamiseks olema veekogu sügavus valdavalt 2 m. Korrastatud metsamaal ja rohumaal ei tohi põhjavee tase tõusta kõrgemale kui 0,7 m ning haritavaal maal kõrgemale kui 1 m sügavuseni korrastatud maapinnast. Põhjendatud juhtudel võib veetase tõusta kõrgemale, kui korrastamisprojekti on valikut põhjendatud.

Võttes arvesse tulevase mäeeraldise ja seda ümbritseva maapinna absoluutkõrguseid, reljeefi kallakust ja kasuliku kihi lamami reljeefi muutlikkust, asub suur osa varust põhjavee tasemest madalamal, kuid piisava sügavusega (2 meetrit) veekogu tekiks vaid väga väikesel alal.

Käesolevast uuringuruumist idas voolab Männiku jõgi, mille veetaseme abs kõrgus on ~18 m. Võttes arvesse maapinna reljeefi ning asjaolu, et jõgi asub plokk 1 keskosast ligikaudu 1 km kaugusel, saab põllumajandusministri määrmises nr 18 „Maaparandussüsteemi projekteerimismid“ toodud nõuetele vastavate kraavide rajamisel (vähim põhja lang 0,3‰) alandada veetaset plokide 1 ja 3 aladel abs kõrguseni ~19 m. Plokk 2 ala saab kuivendada kasutades olemasolevat maaparandussüsteemi, mille veed suubuvad samuti Männiku jõkke. Ploki alale jääv maaparandussüsteemi kraavivõrk hävib kaevandamistegusega, mistõttu tuleb ala kuivendamiseks projekteerida uued kraavid ning olemasoleva maaparandussüsteemi kraavivõrku süvendada.

Korrastatud metsamaal ei tohi põhjavee tase tõusta kõrgemale kui 0,7 m maapinnast. Seega kui veetaset alandada abs kõrguseni ~19 m, siis pärast maavaravaru väljamist peaks maapinna abs kõrgus korrastataval alal olema vähemalt ligikaudu 20 m ( $19 \text{ m} + 0,7 \text{ m} = 19,7 \text{ m}$ ). Suuremal osal uuritavast alast on toodud tingimus täidetud.

Moodustatud maavaravaru plokk 2 alal on tingimused metsamaaks korrastamiseks olemas. Maavaravaru plokk 1 lõunapoolsele alale jääb ~2 ha suurune ala, ning plokk 3 idapoolsele alale ~5 ha suurune ala ja lõunapoolsele alale ~2 ha suurune ala, kus maavara lamami abs kõrgus on vähem kui 20 m. Nendel aladel võib kujuneda liigniiske pinnas või madalad veekogud. Antud alade üheks korrastamise võimaluseks on märgalade loomine, mis oleksid tulevikus soodsad elupaigad madalates veekogudes elavatele liikidele. Näiteks juttself-kärnkonn ehk kõre eelistab sigimiseks madalaveeliseid laugete kallastega ja vähese taimestikuga veekogusid, mis on päikesele avatud. Harivesilikule sobib kudemiseks ka enam kui 0,5 m sügavune vesi

Teine võimalus on eeltoodud alade tagasitaitmine. Tagasitäidetava materjali maht on plokk 1 alal ~20 tuh m<sup>3</sup> ning plokk 3 alal ~70 tuh m<sup>3</sup>, kokku ligikaudu 90 tuh m<sup>3</sup>. Arvestades kasuliku maavara kihti katva katendi mahtu (lisa 9), on tagasitaitmisel võimalik kasutada eemaldatud kattepinna.

Mäeeraldise korrastamisel metsamaaks, rohumaks või haritavaks maaks tuleb kaevandatud osa täita katendiga selliselt, et säiliks reljeefi ühtlane kallakus. Vajadusel tuleb puudujääv osa tuua väljastpoolt mäeeraldist. Mäeeraldise korrastamise lahendus otsustatakse kaevandamise loa taotluse koostamise käigus.

Käesoleva uuringuga varu arvele võtmine MÄNNIKU maaparandussüsteemiga kattuv alal on kooskõlastatud Põllumajandusametiga (lisa 12). Kaevandamistegevus ei mõjuta väljastpoolt mäeeraldist oleva maaparandussüsteemi kuivendusvõrgu toimimist.

Lisaks on varu arvele võtmine kooskõlastatud (kooskõlastus kehtib 1 aasta) elektriõhuliinide kaitsevööndites ettevõttega Elektrilevi OÜ (lisa 11) tingimustel, et kohale tuleb kutsuda Elektrilevi OÜ esindaja, kaabli kaitsevööndis kaevata käsitsi, õhuliini kaitsevööndis tegutsemiseks taotleda kaitsevööndis töötamise luba, õhuliinide all üle 4,5 m kõrguste mehhanismidega töötamine on Elektrilevi loata keelatud, elektriliinide kaitsevööndis on kaevandamine keelatud ning tagada alaline juurdepääs elektriliinide teenendamiseks. Maavaravaru kinnitamine ei hõlma endas kaevamist, kaevandamist ega muid eeltoodud tegevusi.

Tulevase karjääri maavara kaevandamise projekti koostamisel tuleb eraldi taotleda Elektrilevi OÜ elektriõhuliini kaitsevööndis töötamise/kaevandamise luba. Antud kooskõlastuse hankimine toimub maavara kaevandamise projekti koostamise käigus.

## 7. VARU ARVUTUS

Varu arvutuse aluseks on topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000 (graafiline lisa 1) ning 2017. ja 2018. a geoloogilise uuringu välitööde andmed ning laboratoorsete analüüside tulemused.

Varu arvutus on tehtud arvutiprogrammiga Bentley PowerCivil V8i, mille abil koostati maapinna, kasuliku kihi lasumi ja lamami ning uuringuaegse keskmise põhjavee taseme mudelid. Antud mudelite põhjal arvutati uuringuruumis lasuva kasuliku kihi (sh veepealse- ja veealuse varu) ning katendi maht (lisa 9). Uuringuruumi ning selles moodustatud plokkide piiripunktide koordinaadid ja pindalad on toodud lisa 10 ning graafilisel lisal 1.

Moodustatud varuplokkide piiride moodustamisel on lähtutud uuringuruumi ja katastriüksuste piiridest, maavara lasumistingimustest ning 19107 Kõima-Seliste tee kaitsevööndist. Moodustatud plokkides esinev maavara on ehitusliiv, mille kvaliteet on määratud laboratoorsete analüüside kaalutud keskmiste näitajate põhjal (tabel 5.2).

Võttes arvesse asjaolu, et tulevikus tuleb karjääris kaevandamisel jätta nõlvatervikud, on plokkidesse sisse arvestatud ka uuringupunktid (PA-2, PA-24), kus esineb ehitusliiva nõuetele mitte vastavat materjali, kuid mis jääks nõlvatervikutesse ja võimaldaks väljata kogu kasuliku maavara.

Eraldi on arvutatud veealuse maavara varu kogus, mis jääb keskmisest põhjavee tasemest (abs kõrgus 23,2 m) allapoole. Kokkuvõtte Päraküla uuringuruumi maavara-varu arvutuse tulemustest on toodud tabelis 7.1 ja lisa 9.

Tabel 7.1 Maavaravaru arvutuse koondtulemused seisuga 01.10.2018

Plokk	1 aT	2 aT	3 aT
Pindala, ha	6,68	9,91	18,09
Katendi kogus, tuh m <sup>3</sup>	83	51	88
Katendi keskmine paksus, m	1,2	0,5	0,5
Varu kogus, tuh m <sup>3</sup>	247	210	460
sh veealune varu, tuh m <sup>3</sup>	70	203	329
Kogu kasuliku kihi keskmine paksus, m	3,7	2,1	2,5
Maavara	ehitusliiv	ehitusliiv	ehitusliiv

Plokk 1 varu kogus on 247 tuh m<sup>3</sup> (sh. veealune 70 tuh m<sup>3</sup>) ning katendi kogus 83 tuh m<sup>3</sup>. Plokk 2 varu kogus on 210 tuh m<sup>3</sup> (sh. veealune 203 tuh m<sup>3</sup>) ning katendi kogus 51 tuh m<sup>3</sup>. Plokk 3 varu kogus on 460 tuh m<sup>3</sup> (sh. veealune 329 tuh m<sup>3</sup>) ning katendi kogus 88 tuh m<sup>3</sup>.

## 8. KOKKUVÕTE

OÜ Inseneribüroo STEIGER tegi geoloogilise uuringu loa L.MU/329932 alusel Päraküla uuringuruumi (pindala 38,23 ha) geoloogilise uuringu, mille eesmärk oli hinnata kaevandamise perspektiivsust uuringuruumis, täpsustades maavara levikut, kasuliku kihi paksust, maavaravaru kogust ja kvaliteeti. Päraküla uuringuruum asub Pärnu maakonnas Pärnu linnas Päraküla külas Joanna (katastritunnus 82603:001:0066), Peraküla - Joanni (katastritunnus 82603:001:0067), Uuetoa (katastritunnus 82603:001:0063), Luiskama (katastritunnus 82603:001:0076) ja Metsa (katastritunnus 82603:001:0059) kinnistutel.

Töö tulemusena moodustati Päraküla uuringuruumis kolm ehitusliiva plokki:

- plokk 1 (pindala 6,68 ha) tarbevaru kogusega 247 tuh m<sup>3</sup> (sh veealune varu 70 tuh m<sup>3</sup> ja veepealne varu 177 tuh m<sup>3</sup>);
- plokk 2 (pindala 9,91 ha) tarbevaru kogusega 210 tuh m<sup>3</sup> (sh veealune varu 203 tuh m<sup>3</sup> ja veepealne varu 7 tuh m<sup>3</sup>);
- plokk 3 (pindala 18,09 ha) tarbevaru kogusega 460 tuh m<sup>3</sup> (sh veealune varu 329 tuh m<sup>3</sup> ja veepealne varu 131 tuh m<sup>3</sup>).

Eelnimetatud varu kogus ja pindala esitatakse Maa-ametile kinnitamiseks ja arvele võtmiseks seisuga 01.10.2018. a. Plokkide 1, 2, ja 3 varu kinnitamisel soovitame varu arvele võtta keskkonnaregistri maardlate nimistusse uue Päraküla liivamaardla koosseisus.

## 9. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Geoloogilise uuringu loa taotlus. Päraküla uuringuruum. OÜ Inseneribüroo STEIGER. Tallinn, 2017.
2. Geoloogilise uuringu luba L.MU/329932.
3. Eesti Looduse Infosüsteem. Keskkonnaagentuur [WWW] <http://infoleht.keskkonnainfo.ee/>
4. Keskkonnaministri 26.05.2005. a määrus nr 44 „Üldgeoloogiline uurimistöo ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord“.
5. Keskkonnaministri 07.04.2017. a määrus nr 12 „Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa korrastamise akti sisu ja vorm“.
6. Maa-ameti geoportaal [WWW] <http://geoportaal.maaamet.ee/>
7. Majandus- ja taristuministri 03.08.2018. a määrus nr 101 „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“.
8. Majandus- ja taristuministri 05.08.2015. a määrus nr 106. „Tee projekteerimise normid“. Lisa „Maanteede projekteerimismid“.
9. Põllumajandusministri 17.02.2005 määrus nr 18 „Maaparandussüsteemi projekteerimismid“.
10. Riigi Ilmateenistus [WWW] <https://www.ilmateenistus.ee/ilm/ilmavaatlused/sademed/sademete-kuu-summad/>
11. Riigikogu 27.10.2016. a seadus „Maapõueseadus“ (RT I, 10.11.2016, 1).
12. A. Kleesment, H. Nestor, A. Soesoo. „Devon Eestis“. Tallinn, 2006.