

Muldkehade läbikülmumise ilmastikutingimuste ja erinevate teede kandevõime seose uuring

I etapp

2010. aasta tööd

AS Teede Tehnokeskus

2010-21



MAANTEEAMET

Tallinn 2010



MULDKEHADE LÄBIKÜLMUMISE ILMASTIKUTINGIMUSTE JA ERINEVATE TEEDE KANDEVÕIME SEOSE UURING I ETAPP

Tööde teostajad:

Projekti juhtimine:

Tiit Kaal,
M&U projektijuht

Aruandlus ja seadmete paigaldamine: Maret Jentson,
M&U peaspetsialist

Seadmete paigaldamine:

Egon Horg,
M&U peaspetsialist

Tallinn, 2010

SISUKORD

SISSEJUHATUS	2
MÕÕTESEADMED	3
Percostation mõõtejaam	4
Temperatuuriandurid	6
MÕÕTMISTULEMUSED	10
KOKKUVÕTE	13

LISA 1. Väljavõtted Maa-ameti kaardiserverist mõõteseadmete asukohtadega

LISA 2. Valik pilte Percostation mõõtejaama ja temperatuuriandurite ehitusest
(fotod T.Kaal ja M.Jentson)

LISA 3. Temperatuuriandurite puuraukude geotulbad

LISA 4. Emumäe temperatuurianduri mõõtmistulemused 17.11.2010 kuni
29.11.2010 kell 15:00

SISSEJUHATUS

Vastavalt Maanteeameti ja AS Teede Tehnokeskuse vahel augustis 2010. aastal sõlmitud töövõtulepingu I etapi tööde kirjeldusele paigaldas AS Teede Tehnokeskus Eesti erinevatesse piirkondadesse teekonstruktsiooni niiskusrežiimi ja temperatuuri muutuste jälgimiseks vajalikud seadmed - ühe Percostation mõõtejaama ja kuus vertikaalset temperatuuriandurit.

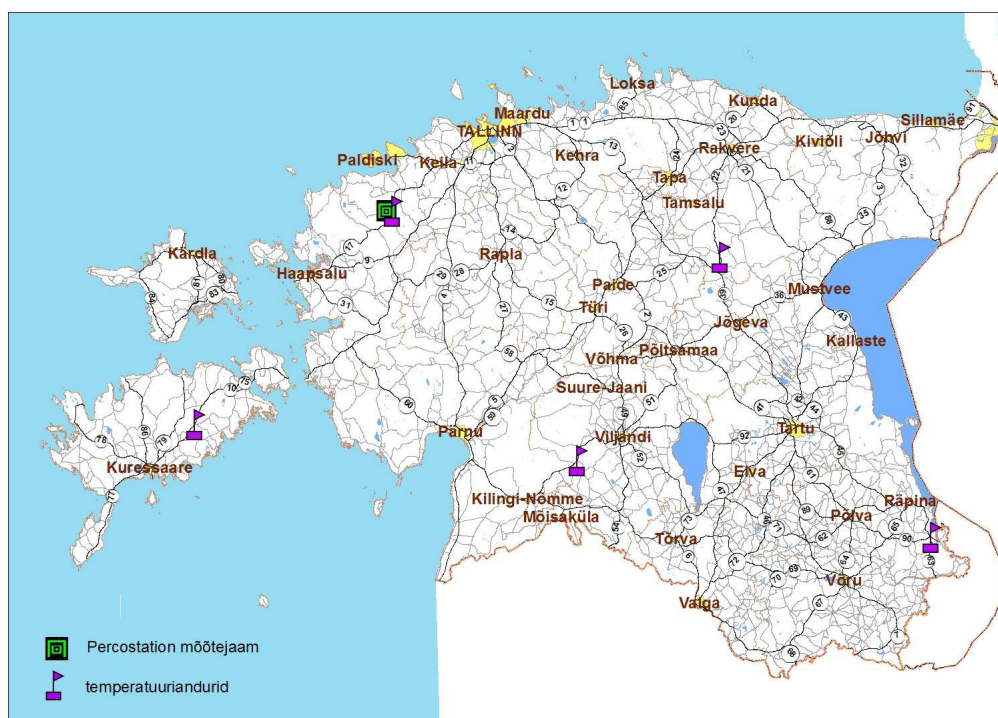
Nimetatud töö eesmärgiks on luua mõõteseadmete võrgustik, mille abil oleks võimalik saada teavet ja teostada uuringuid teekonstruktsiooni külmumise ja sulamise protsesside ning nendest tingitud teekonstruktsiooni niiskusrežiimide ja kandevõime muutuste kohta Eesti ilmastikulistes tingimustes. Pikemas perspektiivis on eesmärgiks antud mõõteseadmetega kogutud mõõtmistulemuste alusel välja töötada juhendmaterjal eriveoste (ülekaaluliste veoste) teostamiseks Eesti teedevõrgul talvistes tingimustes.

MÕÖTESEADMED

Mõõteseadmete asukohtade valik toimus koostöös Maanteeameti esindajatega ja nende soovitusel. Percostation mõõtejaam ja kaks temperatuuriandurit paigaldati Harju maakonda (Põhja RMA halduspiirkond), ülejäänud neli temperatuuriandurit paigaldati üle Eesti erinevatesse piirkondadesse. Allpool on toodud mõõteseadmete asukohad (tabel 1 ja kaart 1). Lisas 1 on nimetatud mõõteseadmete asukohad kantud väljavõtetele Maa-ameti kaardiserverist.

Tabel 1. Percostation mõõtejaama ja vertikaalsete temperatuuriandurite asukohad

Mnt nr	Maantee nimi	Seadme asukoha nimi	Asukoht, km	Maakond	Asukoha koordinaadid	
					X	Y
Percostation mõõtejaam						
17	Keila-Haapsalu	Suursoo	32,2	Harju	6557253,6	504313,8
Temperatuuriandurid						
17	Keila-Haapsalu	Suursoo1	32,2	Harju	6557254,0	504314,7
17	Keila-Haapsalu	Suursoo2	32,2	Harju	6557254,7	504317,2
10	Risti-Virtsu-Kuivastu-Kuressaare	Valjala	118,5	Saare	6474942,9	428507,7
22	Rakvere-Väike=Maarja-Vägeva	Emumäe	45,2	Lääne-Viru	6539178,4	630541,7
63	Karisilla-Petseri	Karisilla	0,02	Põlva	6431618,4	711543,3
92	Tartu-Viljandi-Kilingi=Nõmme	Napsi	98,9	Viljandi	6460876,8	575432,4



Kaart 1. Percostation mõõtejaama ja vertikaalsete temperatuuriandurite asukohad

Percostation mõõtejaama ja vertikaalsed temperatuuriandurid ehitas, seadistas ning varustas mõõtetöödeks ja andmete edastamiseks vajaliku tarkvaraga Adek OÜ. Mõõteseadmete paigaldamisel osalesid lisaks AS Teede Tehnokeskuse esindajatele veel OÜ REI Geotehnika ja Adek OÜ spetsialistid.

Percostation mõõtejaam

Percostation mõõtejaam paigaldati maanteele nr. 17 Keila-Haapsalu kilomeetrile 32,0 (Teeregistri aadress 17_1_6_7237) tee teljest paremale poole. Kui esialgselt oli kavandatud Percostation mõõtejaama asukohaks sama maantee kilomeeter 32,2 ja vasakule poole tee teljest, siis kooskõlastuse protsessil tekkis probleeme, kuna antud asukohas asub teepeenras sidekaabel. Percostation mõõtejaama asukohas on teekatteks 1970. aastal paigaldatud mustkate (höövelsegu, teel segatud) laiussega 6,4 meetrit. Teekatte paksus selles kohas on 5-7 cm. Percostation mõõtejaama kapp asub tee teljest 7,2 meetri kaugusel paremal pool. Mõõtejaama paigaldus toimus 4. novembril 2010.aastal. Pärast mõõteseadme paigaldust teostati seadmete ja tarkvarade häälestus ning alates kuupäevast 26. november 2010.a. edastab mõõtejaam mõõtmistulemusi.



Pilt 1 ja 2. Percostation mõõtejaam

Percostation mõõtejaam koosneb järgmistest põhiosadest:

- Percostation keskseade;
- Andurite multiplekser koos GSM/GPRS modemiga;
- Aku 12V 100 Ah;

- Metallkapp;
- Päikesepatarei;
- Välistemperatuuri andur;
- 5 TVS (lühike) toruandurit temperatuuri, elektri juhtivuse ja dielektrilise läbitavuse mõõtmiseks koos 10 meetrise kaabliga.

Percostation mõõtejaam mõõdab teekatte all erinevates sügavustes erinevates teekonstruktsiooni kihtides asuvate anduritega temperatuuri, dielektrilist läbitavust ja elektri juhtivust. Suursoo Percostation jaamas on teekonstruktsiooni paigaldatud viis horisontaalset 15 cm pikkust TVS toruandurit, mis on paigutatud 2 meetri kaugusele teekatte servast teekatte alla. Esimene toruandur paikneb orienteeruvalt 20 cm sügavusel ning iga järgmine toruandur on umbes 20 cm sügavamal eelnevast.

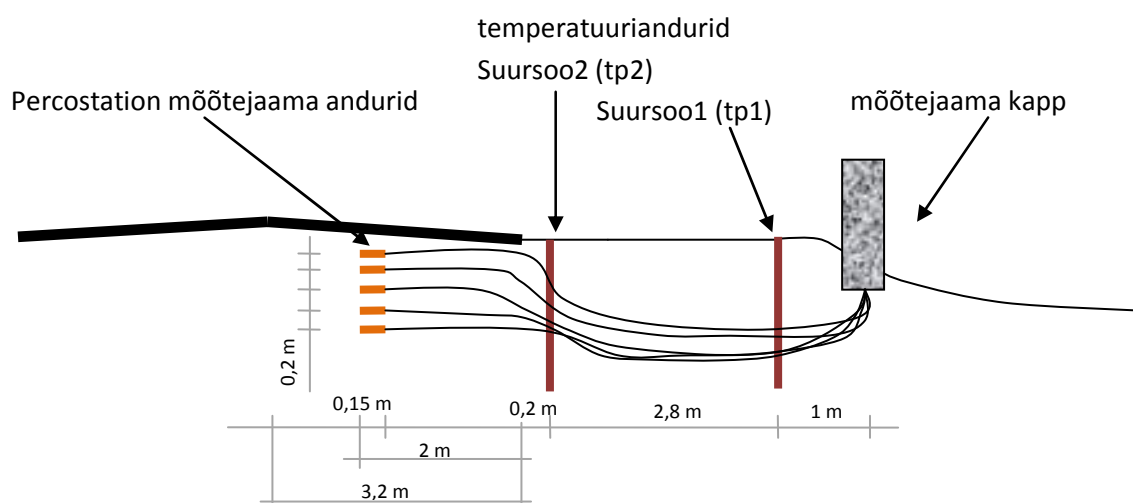
Percostation mõõtejaamas kogutavate mõõtmistulemuste edastamiseks ja salvestamiseks arendas Adek OÜ välja spetsiaalse tarkvara GSM/GPRS modemile. Erinevate teekonstruktsiooni kihtide temperatuuri, elektri juhtivuse ja dielektrilise läbitavuse mõõtmine toimub automaatselt iga kahe tunni tagant, mille järel saadetakse mõõtmistulemused automaatselt AS Teede Tehnokeskuse ftp serverisse, kuhu need salvestatakse *.txt failina. Mõõtmistulemused säilivad 1 kuu pikkusel perioodil ka mõõtejaama mälus, kust neid on võimalik side või muude katkestuste järel automaatselt taastada. Samas on säilinud ka võimalus mõõtejaama sisse helistada, kasutades GSM modemsidet v.110 või tavalist analoogtelefoni modemit. Mõõtetulemuste jälgimiseks ja analüüsiks kasutatakse spetsiaalset Roadscanners OY poolt arendatud tarkvara, mis võimaldab vaadata ja kuvada mõõteandmeid ning võrrelda neid eelmiste perioodidega. Hetkel on käsil mõõtetulemuste formaadi ja tarkvara lahenduste ühildamine.

Mõõtejaamaga on ühendatud ka välistemperatuuri andur.

Mõõte- ja muud seadmed saavad tööks vajaliku toite akult, mida on teatud aja möödumisel vajalik laadida. Hetkel on see lahendatud nii, et aku tühjaks saamisel toimub selle vahetus. Kohe kui ilmastiku tingimused lubavad, paigaldatakse mõõteseadme juurde päikesepatarei, mis peaks toite probleemid esialgse arvestuse kohaselt lahendama. Juhul kui päikesepatarei võimsusest talvistes tingimustes siiski

ei piisa tuleb jätkata aku vahetamisega. Esialgse kogemuse põhjal on akut vaja vahetada umbes iga 3 nädala tagant.

Percostation mõõtejaama juurde paigaldati ka kaks vertikaalset 2,5 meetri pikkust temperatuuriandurit, üks teekatte servast 20 cm kaugusele ja teine 3 meetri kaugusele. Percostation mõõtejaama, mõõtejaama toruandurite ja kahe vertikaalse temperatuurianduri paigaldus on toodud skeemil 1.



Skeem 1. Percostation mõõtejaama, jaama toruandurite ning vertikaalsete temperatuuriandurite paigalduse skeem

Percostation mõõtejaamas olevate seadmete valve on korraldatud koostöös OÜ-ga GSMvalve.

Lisas 2 on toodud valik pilte Percostation mõõtejaama ehitustöödest ja andurite paigaldamisest tee muldkehasse.

Temperatuuriandurid

Vertikaalsete temperatuurianduritega saab jälgida temperatuuri muutuseid erinevates teekonstruktsiooni ja pinnasekihtides, määrata külmumus- ja sulamissügavusi ning registreerida nende protsesside kiiruseid. Vertikaalseid temperatuuriandureid on paigaldatud Eesti erinevatesse piirkondadesse kokku 6 tükki. Vertikaalsete temperatuurianduritega mõõdetakse teekonstruktsiooni erinevate kihtide temperatuuri iga 10 cm tagant täpsusega 0,1° C igas mõõtepunktis.

Temperatuuriandurid on paigaldatud täielikult teepeenra või teekatte alla ja pealt kaetud kas mulla-liiva seguga või külmseguga. Sel põhjusel on temperatuurianduri kõige esimene temperatuuri mõõtetulemus sügavuselt 20 cm.

Mõõtmisprotsess vertikaalsete temperatuurianduritega on sarnane Percostation mõõtejaama mõõtmisprotsessiga – mõõtmine toimub automaatselt iga kahe tunni tagant ja mõõtmistulemused edastatakse kohe pärast mõõtmist GSM/GPRS modemi ja andmeedastussüsteemi abil AS Teede Tehnokeskuse ftp serverisse kasutades GPRS andmesidet. Erinevuseks on see, et kuna temperatuurianduritel puudub mäluseade, siis ei ole nende puhul võimalik taastada mingil põhjusel (näiteks toite- või sidekatkestused) kaduma läinud mõõtmistulemusi.

Vertikaalse temperatuurianduri paigaldus on näha pildil 3, lisaks on valik pilte paigaldustöödest toodud lisas 2. Hilisema andmetöötluse jaoks on temperatuuriandurite paigaldamisel registreeritud iga puuraugu kohta selle geotulp (teostas OÜ REI Geotehnika). Geotulbad on toodud lisas 3.



Pilt 3. Vertikaalse temperatuurianduri paigaldamine (Karisilla temperatuuriandur)



Pilt 4. Vertikaalsete temperatuuriandurite seadmete kapp postil

Percostation mõõtejaama juurde on paigaldatud kaks 2,5 m pikkust vertikaalset temperatuuriandurit (Suursoo temperatuuriandurid). Üks temperatuurianduritest (tp2) asub teekatte serva lähedal, kohas kus teekate on talvisel ajal lumevaba. Teine temperatuuriandur (tp1) on paigaldatud teepeenrasse (3 m kaugusele teekatte servast) ja see jääb talvel lumekihi alla. Selline andurite paigaldus annab võimaluse võrrelda pinnase kihtide külmumissügavuste erinevusi sõltuvalt lumekatte olemasolust ja selle paksusest.

Percostation mõõtejaama vertikaalsed temperatuuriandurid saavad toite akult. Kahe vertikaalse temperatuurianduri toide on ühildatud Percostation mõõtejaama akutoitega.

Suursoo vertikaalsed temperatuuriandurid alustasid mõõtmist koos Percostation mõõtejaamaga 26. novembril 2010.a.

Ülejäänud neli vertikaalset temperatuuriandurit on paigaldatud erinevatesse Eesti piirkondadesse teeilmajaamade juurde teekatte alla. Erinevalt Percostation mõõtejaama juures olevatest temperatuurianduritest on ülejäänud andurite toide ühildatud teeilmajaamade toitega. Lisaks sellele on nendel anduritel olemas ka individuaalne akutoide, mis tagab püsivoolu katkestuste korral 3-4 päeva jooksul andurite töö stabiilsuse ja mõõtmistulemuste edastamise.

Nende nelja temperatuurianduri tööks vajalikud seadmed on paigaldatud teeilmajaama postidele eraldi kappidesse. Kappides asuvad ka temperatuurianduri ajutise toite tagamiseks individuaalne aku ja mõõteandmete edastamiseks GSM/GPRS modem (pilt 4).

Valjala temperatuuriandur on 1,5 meetri pikkune ja paikneb maantee nr. 10 Risti-Virtsu-Kuivastu-Kuressaare kilomeetril 118,5 (Teeregistri aadress 10_1_18_210) teeilmajaama juures. Temperatuuriandur paigaldati maantee teljest 3,7 meetri kaugusele vasakule poole teekonstruktsiooni. Teekatteks on antud kohas 1998. aastal paigaldatud tihe asfaltbetoonkate. Valjala vertikaalne temperatuuriandur alustas tööd 11. novembril 2010.a.



Pilt 5. Valjala temperatuurianduri paigaldamine, puuraugu puurimine

Emumäe temperatuuriandur on 2,5 meetri pikkune ja paikneb maantee nr. 22 Rakvere-Väike=Maarja-Vägeva kilomeetril 45,2 (Teeregistri aadress 22_1_10_1746) asuva teeilmajaama juures. Andur on paigaldatud maantee teljest 3,0 meetri kaugusele vasakule poole teekonstruktsiooni. Teekatteks on antud kohas 1989. aastal paigaldatud tihe asfaltbetoonkate, mille laius on 6,9 meetrit. Emumäe vertikaalne temperatuuriandur alustas tööd 17. novembril 2010.a.

Karisilla temperatuuriandur on 2,5 m pikkune ja asub maantee nr. 63 Karisilla-Petseri kilomeetril 0,02 (Teeregistri aadress 63_1_1_22) asuva teeilmajaama juures. Andur on paigaldatud maantee teljest 3,0 meetri kaugusele paremale poole teekonstruktsiooni. Teekatteks on antud kohas 1975. aastal paigaldatud mustkate, mille laius on 7 meetrit. Karisilla vertikaalne temperatuuriandur alustas tööd 18. novembril 2010.a.

Napsi temperatuuriandur on 1,5 meetri pikkune ja asub maantee nr. 92 Tartu-Viljandi-Kilingi=Nõmme kilomeetril 98,9 (Teeregistri aadress 92_1_16_5143) asuva teeilmajaama juures. Andur on paigaldatud maantee teljest 3,3 meetri kaugusele vasakule poole teekonstruktsiooni. Teekatteks on antud kohas 1974. aastal paigaldatud mustkate, mille laius on 7,3 meetrit. Napsi temperatuuriandur alustas tööd 19. novembril 2010.a.

MÕÕTMISTULEMUSED

Percostation mõõtejaama ja vertikaalsete temperatuuriandurite tööle hakkamisega alustati kohehelt ka mõõtmistulemuste kogumist. Mõõtmistulemused salvestuvad iga mõõtmise järel kohehelt *.txt failidena AS Teede Tehnokeskuse serverisse ja on kättesaadavad ftp-aadressil <ftp://pms-avalik@ftp.tehnokeskus.ee> Iga mõõtepunkti tulemused on omaette vastavas kataloogis:

- Kataloog /ps/pm - Percostation mõõtejaama mõõtmistulemused;
- Kataloog /ps/tp1 - temperatuurianduri Suursoo1 mõõtmistulemused;
- Kataloog /ps/tp2 - temperatuurianduri Suursoo 2 mõõtmistulemused;
- Kataloog /Valjala - Valjala temperatuurianduri mõõtmistulemused;
- Kataloog /Emumae - Emumäe temperatuurianduri mõõtmistulemused;
- Kataloog /Karisilla - Karisilla temperatuurianduri mõõtmistulemused;
- Kataloog /Napsi - Napsi temperatuurianduri mõõtmistulemused.

Percostation mõõtejaama mõõtmistulemused salvestuvad alljärgneval kujul:

```
PercoStation
30.11.2010 0:00 13:02:00
Battery 11019 mV
*IDN PERCOSTATION ADEK
SYSTEM:VERSION 7,07
SYSTEM:SERNUM15
MEM      544 30.11.2010 12:59:58 MD 8 CH 0 015G L E 5,85 J 4 T -3,1
MEM      545 30.11.2010 13:00:09 MD 8 CH 1 115G L E 9,9 J 33 T 1,1
MEM      546 30.11.2010 13:00:20 MD 8 CH 2 215G L E 7,15 J 21 T 1,6
MEM      547 30.11.2010 13:00:31 MD 8 CH 3 315G L E 8,57 J 35 T 2,8
MEM      548 30.11.2010 13:00:42 MD 8 CH 4 415G L E 9,34 J 32 T 3,9
MEM      549 30.11.2010 13:00:53 MD 8 CH 5 515T L E 3,84 J 276 T -6,3
```

Mõõtmistulemuste failis on mõõtmiste teostamise ja mõõtmistulemuste edastamise aeg (kuupäev ja kellaaeg). Mõõtejaama toruandurite mõõtmistulemused on toodud eraldi ridadel (CH 0...CH 4); CH 0 – 20 cm sügavusel oleva toruanduri mõõtmistulemused; CH 1 – 40 cm sügavusel oleva toruanduri mõõtmistulemused (jne). Toruanduritega teostatakse erineval sügavusel dielektrilise läbitavuse, elektrijuhtivuse ja temperatuuri mõõtmisi. Mõõtmistulemused on tähistatud järgmiselt:

- E – dielektriline läbitavus;
- J – elektrijuhtivus;
- T – temperatuur.

Dielektriline läbitavus on elektromagnetilises teoorias kompleksne suurus. Dielektrilise läbitavusega mõõtmisega saame teada pinnase veesisalduse ja saadavaid väärtusi võib selgitada järgmiselt:

- $E=1$, s.o. õhk;
- $E=2,5...4$ kuiv pinnas;
- $E=3$ jää;
- $E=80$ vaba vesi,

Elektrijuhtivus on aine võime juhtida elektrivoolu.

Percostation mõõtejaama juures tehtud välistemperatuuri mõõtmise tulemus on salvestatud sama faili CH5 reale. Samal real asuvad dielektrilise läbitavuse (E) ja elektrijuhtivuse (J) väärtused on n.n. default-väärtused mitte reaalsed mõõtmistulemused.

Temperatuuriandurite mõõtmistulemused salvestuvad järgmisel kujul:

```
PercoStation
TP-ADEK-42100003V001

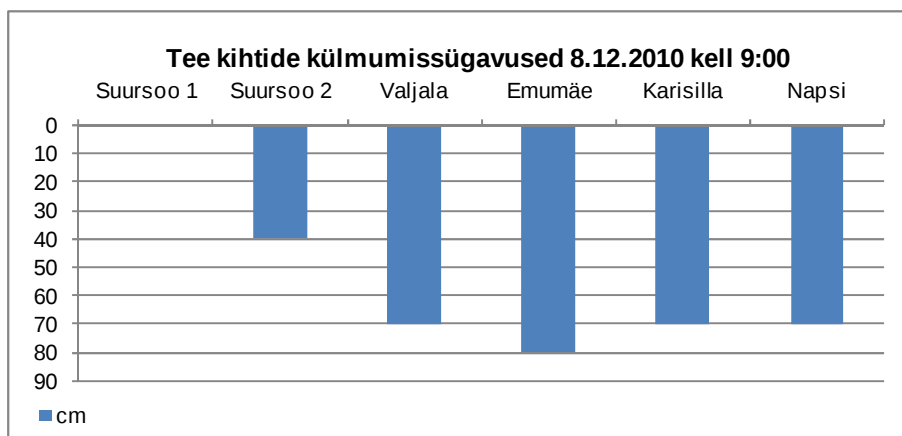
27.11.2010 0:00    9:02:00
1      1,2
2      1,6
3      2,2
4      2,7
5      3,2
6      3,6
7      3,8
8      4,3
9      4,5
10     4,8
11     5,1
12     5,6
13     5,5
14     5,6
15     6
16     6,2
17     6,5
18     6,6
19     6,8
20     6,9
21     6,9
22     7,1
23     7,4
24     7,5
Battery 11349    mV
```

Analoogselt Percostation mõõtejaamaga salvestatakse ka temperatuuriandurite poolt mõõtmiste teostamise aeg (kuupäev ja kellaaeg). Faili esimeses veerus olevad numbrid tähistavad temperatuurianduri mõõtmispunkte:

- 1 sügavusel 20 cm;
- 2 sügavusel 30 cm;
- 3 sügavusel 40 cm jne.

Temperatuuride mõõtmistulemused asuvad teises veerus. Lühemate (1,5 meetri pikkuste) temperatuuriandurite puhul on väljad alates 16. reast tühjad (0).

Kuna mõõteseadmed on hetkel veel väga lühikest aega töötanud (temperatuuriandurid 3 nädalat ja mõõtejaam 2 nädalat) siis ei ole võimalik mõõtmistulemuste alusel koostada põhjalikumat analüüsi. Mõõtmistulemuste põhjal koostatakse esimene kokkuvõttev analüüs ja aruanne antud töö II etapil järgmise aasta 15.maiks.



Graafik 1. Teekonstruktsiooni kihtide külmumissügavused 8.12.2010 kell 9:00

Olemasolevate mõõtmistulemuste põhjal on 8. detsembri 2010 kella 9:00 seisuga kõige sügavamalt külmunud teekonstruktsiooni kihid Emumäe mõõtmispunktis (graafik 1), 80 cm. 40 cm sügavuselt on kihid külmunud Suursoo 2 mõõtmispunktis. Samas ei ole pinnas üldse külmunud Suursoo 1 mõõtmispunktis. Suursoo temperatuuriandurite vahekaugus on kõigest 2,8 meetrit, külmumissügavuste erinevused neis mõõtmispunktides on tingitud lumekatte paksusest – Suursoo 1 temperatuuriandur asub teepeenras mida katab lumekiht, Suursoo 2 aga teekatte servas kus lund ei ole.

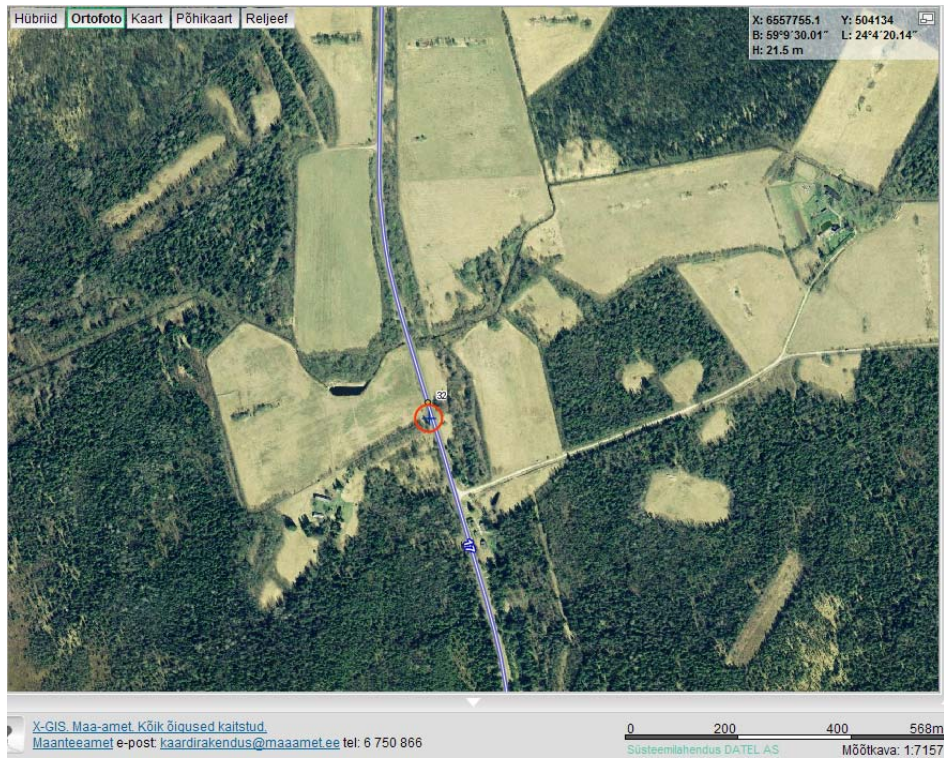
Lisas 4 on Emumäe temperatuurianduri kella 15:00 mõõtmistulemused 17. novembrist kuni 29. novembrini. Tulemustest on näha, et välisõhu temperatuuri alanemise tagajärjel toimuvad temperatuuri muutused ka erinevates teekonstruktsiooni kihtides. Märgatavamad temperatuuri kõikumised on toimunud kuni 1 m sügavuseni, sügavamates kihtides on need väga väikesed. Alates 21. novembrist langes õhutemperatuur miinustesse ja on püsinud seal tänaseni. Teekonstruktsiooni kihtide läbikülmumine algas praktiliselt samal ajal (23. novembril) ja järgneva nelja päeva jooksul jõudis külmumine 50 cm sügavusele.

KOKKUVÕTE

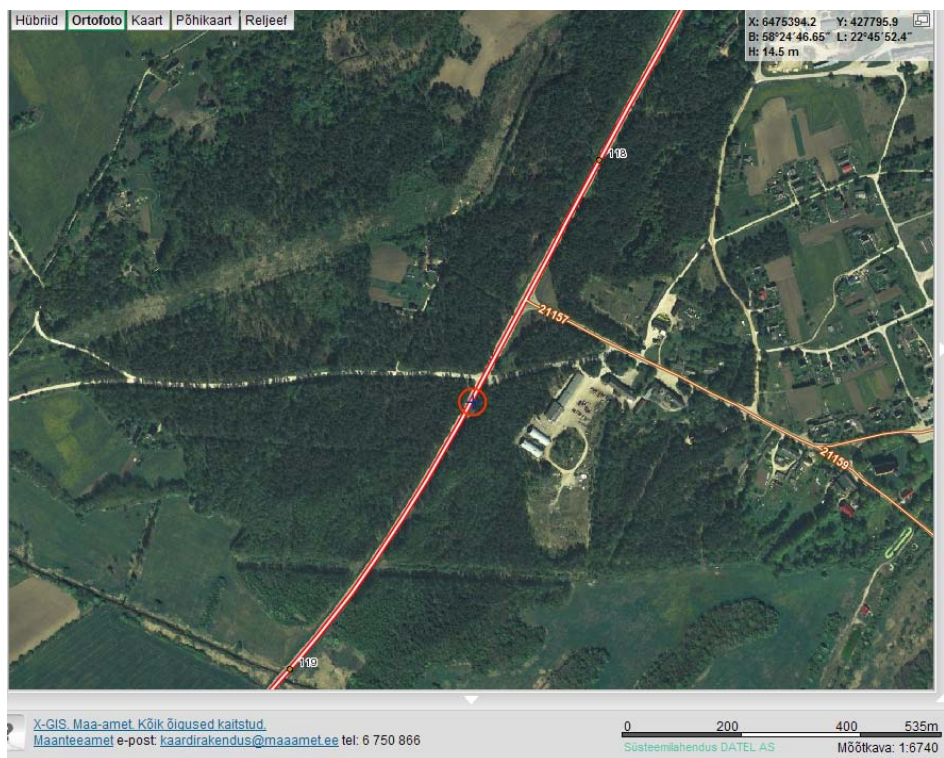
Antud lepingu I etapi raames ehitati välja esimesed mõõteseadmed, mille abil on võimalik jälgida teekonstruktsiooni külmumise ja sulamise protsesse ning muutusi niiskusréžimis. Mõõteseadmete paigaldamise järel tehti vajalikud häälestused ja alates 26.11.2010 töötab üks Percostation mõõtejaam koos kahe temperatuurianduriga ja alates 19.11.2010 kõik ülejäänud neli temperatuuriandurit üle Eesti.

Järgneva etapi raames teostatakse kogutud mõõteandmete põhjal esialgne kokkuvõttev analüüs ning esitatakse soovitusel ja ettepanekud järgnevate tööde kohta. Pikemas perspektiivis on eesmärgiks antud mõõteseadmetega kogutud mõõtetulemuste alusel välja töötada juhendmaterjal eriveoste (ülekaaluliste veoste) teostamiseks Eesti teedevõrgul talvistes tingimustes.

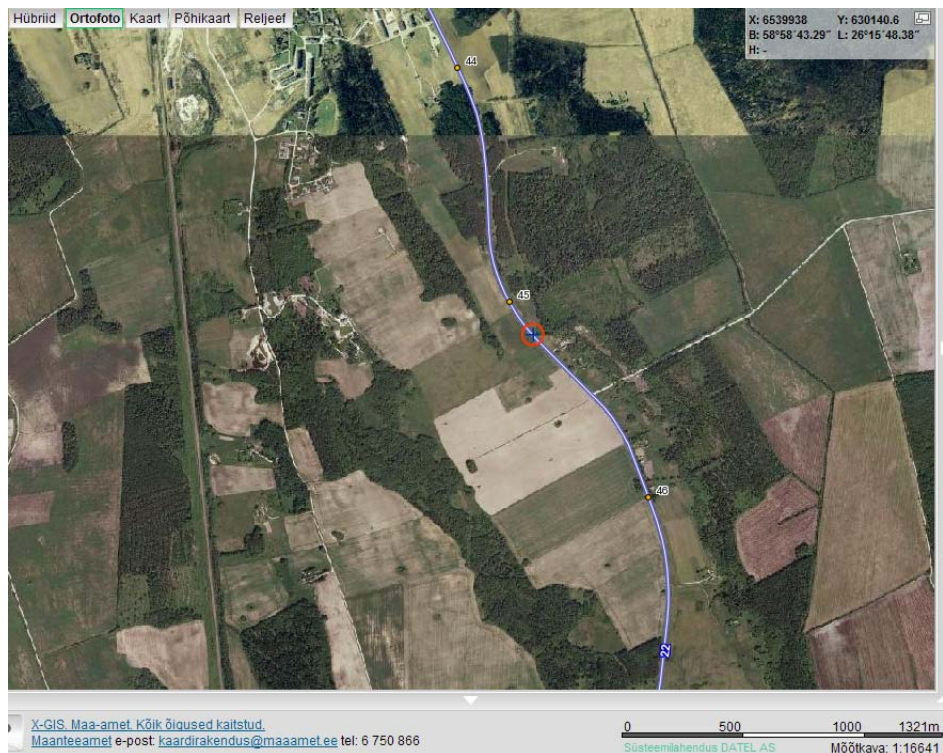
LISA 1. Väljavõtted Maa-ameti kaardiserverist mõõteseadmete asukohtadega



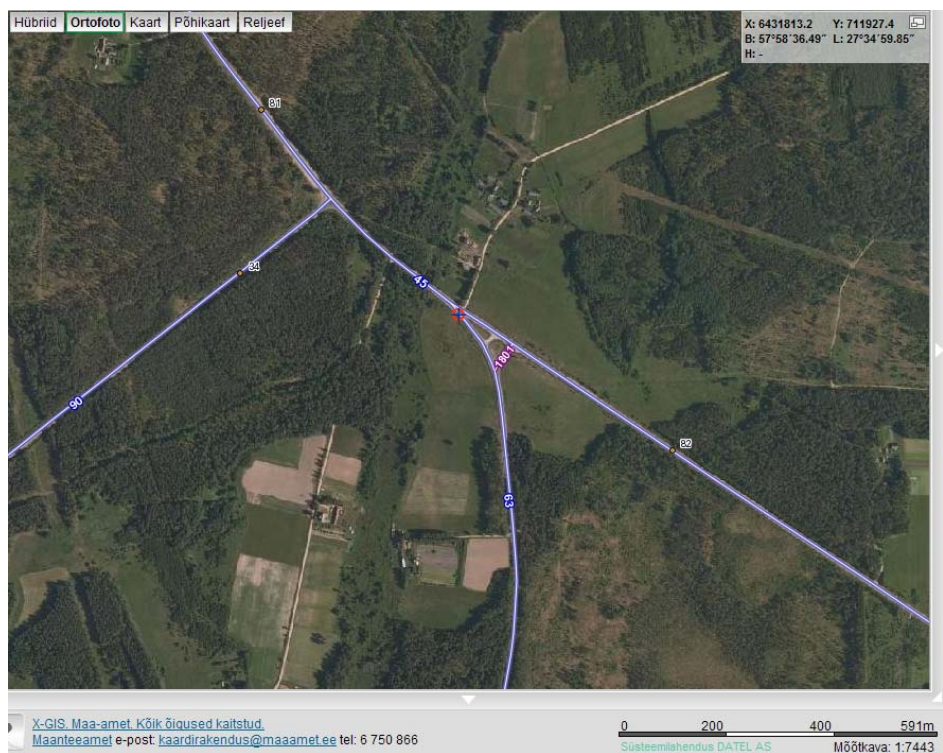
Percostation mõõtejaam koos kahe temperatuurianduriga, Suursoo (Harju maakond, maantee 17 Keila-Haapsalu km 32)



Valjala temperatuuriandur (Saare maakond, maantee 10 Risti-Virtsu-Kuivastu-Kuressaare km 118,5)



Emumäe temperatuuriandur (Lääne-Viru maakond, maantee 22 Rakvere-Väike=Maarja-Vägeva km 45,2)



Karisilla temperatuuriandur (Põlva maakond, maantee 63 km 0,0)



Napsi temperatuuriandur (Viljandi maakond, maantee 92 Tartu-Viljandi-Kilingi=Nõmme km 98,9)

LISA 2. Valik pilte Percostation mõõtejaama ja temperatuuriandurite ehitusest (fotod T.Kaal ja M.Jentson)

Maantee 17, Suursoo Percostation mõõtejaama ja temperatuuriandurite ehitus



Kaeviku kaevamine Percostation jaama horisontaalsete andurite paigaldamiseks



Percostation jaama horisontaalsete andurite paigaldamiseks avause tegemine



Percostation jaama horisontaalsete andurite paigaldamine



Percostation jaama horisontaalsed andurid



Suursoo2 temperatuurianduri puuraugu tegemine



Suursoo2 temperatuuriandur



Suursoo1 temperatuurianduri puuraugu tegemine



Percostation mõõtejaama seadmete kapi paigaldamine



Percostation mõõtejaamale valve paigaldamine

Maantee 10, Valjala temperatuuriandur



Valjala temperatuurianduri ehitustööd



Valjala temperatuuriandur



Valjala temperatuurianduri ehitustööd



*Valjala temperatuurianduri seadmete kapp postil
Maantee 22, Emumäe temperatuuriandur*



Emumäe temperatuurianduri seadmete kapp



Emumäe temperatuuriandurile puuraugu tegemine



Emumäe temperatuurianduri paigaldamine



Emumäe temperatuurianduri ehitustööd



Emumäe temperatuurianduri ehitustööd



Emumäe temperatuurianduri ehitustööd, anduri katmine külmseguga
Maantee 63, Karisilla temperatuuriandur



Karisilla temperatuurianduri seadmekappi paigaldus postile



Karisilla temperatuurianduri puuraugu tegemine



Karisilla temperatuuriandurile puuraugu tegemine



Karisilla temperatuurianduri paigaldamine



Karisilla temperatuurianduri seadmete kapi paigaldamine

Maantee 92, Napsi temperatuuriandur



Napsi temperatuurianduri ehitustööd



Napsi temperatuurianduri ehitustööd



Napsi temperatuurianduri ehitustööd

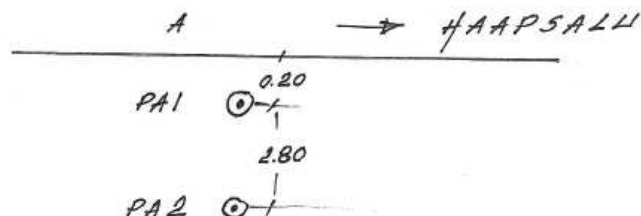


Napsi temperatuurianduri ehitustööd

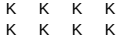
GEOTULP

	Kaevandi nr		PA	1	Koordinaadid x = y =	Pinnaseveetase (sügavus, m)	
	Strat. Indeks	Kiht, m		Tähis		Proovid	Kuupäev
	sügavus	paksus					vett ei ilmunud
					Pinnasekirjeldus		
	0,10	0,10			Kruusane muld		
	0,35	0,25			Kruus		
	0,85	0,50			Muld üksikute veeristega, tihenenud		
		1,15			Keskliiv, tihe		
	2,00						
		0,70			Peentolmliiv või kerge tolmsaviliiv, tihe, veeküllastunud		
	2,70						

G	Kaevandi nr		PA	2	Koordinaadid	Pinnaseveetase (sügavus, m)	
					x =	Kuupäev	
Strat. Indeks	Kiht, m		Tähis	Proovid	y =	2,90	04 11 10
	sügavus	paksus				Pinnasekirjeldus	
	0,20	0,20			Kruus		
	1,10	0,90			Muld, tihenenud		
	2,10	1,00			Keskliiv, tihe		
	2,90	0,80			Peentolmliiv või kerge tolmsaviliiv, tihe, veeküllastunud		
	3,00	0,10			Keskliiv, kesktihe, veeküllastunud		



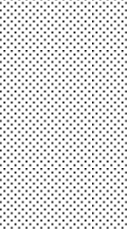
GEOTULP
Risti-Virtsu-Kuivastu- Kuressaare mnt
10 km 118,5

	Kaevandi nr		PA	1	Koordinaadid x = y =	Pinnaseveetase (sügavus, m) 1,40			Kuupäev 11 11 10		
Strat. Indeks	Kiht , m		Tähis	Proovid	Pinnasekirjeldus						
	sügavus	paksus									
	0,06	0,06			Asfalt						
	0,20	0,14			Killustik, liiv						
		0,50			Kesk- ja jämeliiv, pruunikaskollane, keskmiselt tihenenud						
	0,70	0,95			Peen- ja keskliiv, kollakaspruun, tihe, üksikute tardkivitükkidega						
	1,65										
		0,85			Liivsavi, sinakashall, sitkeplastne, sügavusel 1,65...1,75 m orgaanikaga						
	2,50										

GEOTULP

TEMPERATUURIANDUR

mnt nr 22 Rakvere - Väike=Maarja - Vägeva km 45

	Kaevandi nr			PA	1	Koordinaadid x = y =	Pinnaseveetase (sügavus / abs.kõrgus, m)	
							vett ei ilmunud	Kuupäev
Strat. Indeks	Kiht , m			Tähis	Proovid		17.11.2010	
	sügavus	abs.kõrg.	paksus				Pinnasekirjeldus	
	0,12	-0,12	0,12				Asfalt	
	0,30	-0,30	0,18	Δ Δ Δ Δ			Paekillustik	
	0,70	-0,70	0,40				Kruus	
	1,00	-1,00	0,30				Mullasegune peenliiv	
			1,60				Peenliiv	
	2,60	-2,60						
	3,00	-3,00	0,40				Kruus	

TEMPERATUURIANDUR

mnt 63 Karisilla - Petseri km 0

G	Kaevandi nr			PA	1	Koordinaadid x = y =	Pinnaseveetase (sügavus / abs.kõrgus, m) vett ei ilmunud Kuupäev 18.11.2010
Strat. Indeks	Kiht , m			Tähis	Proovid		Pinnasekirjeldus
	sügavus	abs.kõrg.	paksus				
	0,20	-0,20	0,20				Asfalt
			0,50				Savikas kruus
	0,70	-0,70					
	0,90	-0,90	0,20				Raske saviliiv, kõva
			1,90				Raske saviliivmoreen, kõva
	2,80	-2,80					

TEMPERATUURIANDUR

mnt 92 Tartu - Viljandi - Kilingi-Nõmme km 99

	Kaevandi nr			PA 1	Koordinaadid x = y =	Pinnaseveetase (sügavus / abs.kõrgus, m) 1,60 Kuupäev 19.11.2010
Strat. Indeks	Kiht , m			Tähis	Proovid	Pinnasekirjeldus
	sügavus	abs.kõrg.	paksus			
	0,10	-0,10	0,10			Asfalt
			0,60			Kruus
	0,70	-0,70				
			0,60			Kerge saviliiv, kõva
	1,30	-1,30				
	1,60	-1,60	0,30			Muld, tihenend
	1,80	-1,80	0,20			Peenkruus
	2,10	-2,10	0,30			Kesk- ja peenliiv

LISA 4. Emumäe temperatuurianduri mõõtmistulemused 17.11.2010 kuni 29.11.2010 kell 15:00

Sügavus/kpv	17.11.2010	18.11.2010	19.11.2010	20.11.2010	21.11.2010	22.11.2010	23.11.2010	24.11.2010	25.11.2010	26.11.2010	27.11.2010	28.11.2010	29.11.2010
20 cm	2,5	0,5	1,8	1,5	0,5	0,3	0	-0,2	-0,6	-1,1	-2,2	-3	-5,7
30 cm	3	1,1	1,9	1,6	0,9	0,6	0,3	0	-0,3	-0,5	-1,1	-1,9	-4
40 cm	3,4	1,6	2	1,9	1,3	1	0,6	0,4	0	-0,2	-0,6	-1	-2,3
50 cm	3,8	2,3	2,5	2,3	1,8	1,5	1,2	1	0,6	0,4	0	-0,3	-0,8
60 cm	4,1	2,8	2,8	2,6	2,3	2	1,6	1,5	1,1	0,8	0,5	0,1	-0,1
70 cm	4,3	3,2	3,1	2,8	2,7	2,3	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,5	0,2
80 cm	4,4	3,6	3,3	3,1	3	2,7	2,4	2,1	1,9	1,6	1,3	1	0,7
90 cm	4,8	4,1	4	3,8	3,6	3,3	3,1	2,8	2,6	2,3	2,1	1,8	1,5
100 cm	4,8	4,3	4,1	3,8	3,6	3,4	3,2	3	2,6	2,5	2,2	2	1,6
110 cm	5	4,6	4,4	4,1	4	3,8	3,6	3,5	3,1	3	2,7	2,4	2,1
120 cm	4,8	4,7	4,5	4,2	4,1	4	3,8	3,6	3,4	3,2	2,9	2,6	2,4
130 cm	5,5	5,3	5,1	5	4,8	4,6	4,4	4,3	4	3,8	3,6	3,3	3,3
140 cm	5,4	5,3	5,2	5	5	4,9	4,8	4,6	4,3	4,1	3,9	3,7	3,5
150 cm	5,6	5,5	5,4	5,3	5,1	5	4,8	4,8	4,6	4,5	4,3	4,1	3,9
160 cm	6,1	6	5,9	5,8	5,6	5,5	5,3	5,1	5	4,8	4,6	4,5	4,3
170 cm	6,3	6,2	6,1	6	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7
180 cm	6,7	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1	6	5,9	5,7	5,5	5,5	5,3	5,1
190 cm	6,6	6,6	6,5	6,5	6,3	6,2	6,1	6	5,9	5,7	5,6	5,5	5,3
200 cm	6,8	6,9	6,8	6,7	6,6	6,6	6,5	6,3	6,2	6,1	6	5,8	5,6
210 cm	6,9	7	7	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,3	6,2	6,1	6	5,8
220 cm	7	7,1	7,1	7	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1
230 cm	7,2	7,4	7,3	7,2	7,1	7	7	6,9	6,8	6,6	6,6	6,5	6,3
240 cm	7,4	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,1	7,1	7	6,9	6,7	6,7	6,6
250 cm	7,5	7,6	7,5	7,5	7,3	7,3	7,2	7,1	7	7	6,9	6,8	6,7

