

V.a. hr. E. Eesmaa  
Harku Vallavalitsus  
[Ergo.eesmaa@harku.ee](mailto:Ergo.eesmaa@harku.ee)

HINNANG

14.07.2020 nr 027

Käsitleb : Pankranniku püsivust ringteel nr 11414 – Tilgu teel.

Kasutatud materjalid :

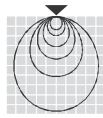
1. OÜ Geoengineering kiri Maanteeametile 07.11.2013 nr 127
2. T. Vallaots ekspertarvamus. Ehituskonstruksioonide Tugevdamise OÜ. Töö nr 33-2004
3. T. Metsavahi. TTÜ Ehitusinstituudi teadur. Ekspert hinnang 22.06.2010.a.
4. Hinnangu lähteülesanne. Maanteeamet. Koostanud Martti Lilleste.
5. Asendiplaan – Harku Vallavalitsus.
6. Maakorraldus kaardid aastatel 1939 – 1996.a.
7. Aerofotod 2002 – 2018.
8. M. Mets, A. Niin, L. Smirnov. Tiskre kihistu savika liivakivi tugevusest IX eesti Geotehnika konverents. Teesid 1996.a.
9. M. Mets – Fotod 04.07.2020.a.

Tilgu tee ühendab Tilgu sadamat Tabasalu – Klooga teega ja kulgeb kohati väga lähedal ( 5 ... 10 m ) vertikaalsele Tiskre liivakivi klindile. Kaartidel 1939 – 1972 on tee näidatud praktiliselt jalgteena ja teena on ta olemas kaardil 1987.a.

Maakorralduskaartide võrdlemisel on võimalik võrrelda normaalsete koordinaatide süsteemiga koostatud kaarte 1939 ja 1996 aastal ( kõik vahepealsed NSVL okupatsiooniaegsed kaardid on mõeldud „rahvavaenlase“ petmiseks ). Nende kaartide põhjal on liivakivi klindi äär liikunud tee poole 6 m, kuid selle hinnangu täpsus  $\pm 2$ .

Aerofotodega, mis peaks võimaldama täpsust  $\pm 1$  m, on püütud hinnata kalda paigutusi kaldakindlustuse idapoolse otsa lähedal Romantikute 3 ja 5 vastas ja Tilgu tee L-3 vastas. Esimesel juhul on ajavahemikul 2002 ... 2018 vertikaalne sein lähenenud teele 7 m ja teisel juhul ajavahemikul 2008 – 2018.a. 3 m. ( keskmised kiirused 0,3 ja 0,4 m/aastas ). Nendesse arvudesse tuleb suhtuda kriitiliselt, kuna aerofotode kvaliteet ei võimalda väga täpseid hinnanguid. Kuid kindlasti need ebatäpsed arvud näitavad, et kallas läheneb teele ja see on näha silmaga ja sellest kõnelevad eelpool toodud varasemad arvamused.

Liivakivi klint koosneb ( 8 ) väga nõrgast liivakivist mille üheteljelise katsega määratud nihketugevus on  $C_U = 0,1$  MPa, nõrgast liivakivist  $C_U = 0,8$  MPa ja aleuriidist  $C_U = 0,8$  MPa. Käesoleva nõlva ülevaatus viitas, et põhiliselt on tegemist nõrga liivakivi ja aleuriidiga ning väga nõrga liivakivi kihtide osatähtsus on väike. Seega võib võtta vertikaalse nõlva püsivuse hindamisel aluseks  $C_U = 0,5$  MPa ja mahukaal 18 kN/m<sup>3</sup>. Nende näitajate kasutamisel peaks vertikaalselt püsima 55 m nõlv. Seega ei ole liivakivi klindi paigutuste põhjuseks liivakivi tugevus, vaid välistest faktoritest tulenev erosioon.



# GEOENGINEERING

Tiit Vallaots ( 1 ) on omas arvamuses põhilisteks faktoriteks välja toonud temperatuuri muutused ja sellest tuleneva vee külmumise ning temperatuuri muutustele kaasnevatele mahu muutusele järgneva pragude tekke. Mikropragudesse kogunev vesi põhjustab pragude kasu ja üksikute lahmakate väljalangemise.

Teise faktorina on autor välja toonud hüdrodünaamilise surve, mis tekitab horisontaalkomponendina mõjutab liivakivi pealispinda. Arvan, et see komponent on olemas, kuid ta osatähtsus on suhteliselt väike tänu liivakivide filtratsiooni moodulile 1 ... 2 m/ööp.

Kindlasti on ülaltoodud faktorid tähtsad ja mängivad suurt osa klindi paigutuste tekkimise teisel etapil, kuid põhiline faktor klindi deformeerumisel on meri.

Tormiga merelained haarates kaasa pinnase osakesi ja paiskudes vastu klindi aluspinda uuristavad liivakivi ja tekitavad uured, mis ühinedes tekitavad tühemikke ja viimased ühinedes koopaid. Eriti aga mõjutab neid protsesse jää lagunemise ajal tekkiv rüsi jää ja laine poolt ülestõstetud üksikud jäätükiid.

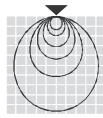
Tekkinud koopad on alguses tänu tekkinud võlvile küllaltki püsivad ja ei mõjuta klindi seina.

Aja jooksul võlvide toed lainetegevuse mõjul hakkavad lagunema. Nende lagunemine põhjustab võlvi vajumise ja võlvi peale tekib pragu. Kui erinevate koobaste võlvi peale tekkinud praod ühinevad, toimub koobaste purunemine. Sellele järgneb kihtide kaupa liivakivi pankade alla langemine ja need pangad moodustavad ajutise kaitse klindile. Lainetegevuse tõttu pangad purunevad ja materjal kantakse merre ning algab uus koobaste moodustumine. Kihtide purunemisel ja üksikute pankade tekkel mängivad suurt osa just temperatuuri muutustele kaasnevad protsessid.

Osa nõlvast on kaitstud tetrapoodidega ja tetrapoodide tagune ala on täidetud 0,5 ... 1,0 m paksuse karjääri jäätmete kihiga. Tervikuna on see projekt õnnestunud ja lained ei ulatu klindini ja see pole deformeerunud ja klint ise on kattunud taimestikuga. Taimestik võib ka mõjutada liivakivi tugevust, kuid see mõju on kordades väiksem kui mere mõju. On ka seisukoht, et juured tungides liivakivisse töötavad ankrutena.

Järeldused :

1. Vaadeldav teelõik oma olemuselt jaguneb kahte ossa. Tilgu sadama poolne osa on kindlustatud tetrapoodidega ja ei deformeeru ning seal on klindi püsivus tagatud.
2. Kindlustusest itta jääv osa puruneb mere mõjutusel. Tekivad koopad, nende toed murenevad ja tekib pragu võlvi peal ja koopalagi langeb alla ning sellele järgneb kihtide kaupa lahmakate langemine. See tekitab lahmakates ajutise kaitse klindile. See kaitse mureneb ja kantakse merre ning protsess jätkub. Arvatavasti on tetrapoodidega kindlustatud ala kiirendanud mere erosiooni itta jääval osal.
3. Ala tuleb viivitamatult võtta geotehnilise kontrolli alla. Rajada reeperi võrk ja määrata reeperite horisontaal ja vertikaal paigutused. Esimesel aastal iga kahe kuu järel, järgnevatel aastatel 3 korda aastas. Soovitasin seda 2013.a., kui oleks sellega alustatud, oleksime täna targemad. Peale geodeetiliste mõõtmiste oleks soovitav kasutada fotogrammmeetriat ja kindlasti pildistada kogu deformeeruv kallas 2 korda aastas ja analüüsida pidevalt toimunud muutusi.



# GEOENGINEERING

4. Liiklus ( sõiduaudod, bussid, kergveokid ) praktiliselt ei mõjuta klindi püsivust. See tuleb keelata, kui klindi serv jõuab 2,5 m kaugusele tee merepoolsest servast. Küll tuleks keelata raskete veokite liiklus teel ( ise nägin teel poole tunni jooksul 5 rasket kallurautot koormaga).
5. Kindlasti oleks vaja teha põhjalikud mere hüdroloogilised uuringud ja projekteerida tee kaitseks kaldakindlustus. Kasutatud kaldakindlustus on hästi õnnestunud ja ta võiks olla aluseks uuele lahendusele
6. Kaldal toimuvad nähtused ja protsessid toimuvad tsüklitena. Ei usu, et ühe tsükli kestvus oleks alla 2 ... 3 aasta ja ühes tsükli tekitatav kahjustus on, tuginedes vaatlusele, 0,5 m. Seega kui alustada uuringute ja projekteerimisega aegsasti jõuaks kalda kindlustuse välja ehitada enne teise tsükli lõppu.

Lisa : Vaadeldava ala plaan, tänavanimedega plaan autori poolt tehtud fotod 04.06.2020.a.

Lugupidamisega,

*PhD Mait Mets*  
*Volitatud ehitusinsener, tase 8*  
*Kutsetunnistus nr 112952*  
*OÜ Geoengineering juhataja*  
*Telefon +372 5019567*  
[geoengi@hotmail.ee](mailto:geoengi@hotmail.ee)

*OÜ Geoengineering*  
*Kajaka 2-5 Pärnu 80015*  
*Telefon +372 5019567*  
[\*geoengi@hotmail.ee\*](mailto:geoengi@hotmail.ee)

*reg kood 11295895*  
*a/a EE882200221033763973 SWEDbank*