

**PINNASTE KIHTSTABILISEERIMINE, KUI ALTERNATIIV
PINNASTE ASENDAMISEL. KESKKONNA- JA
MAJANDUSLIKU MÕJU HINDAMINE**

SOIL STABILISATION AS AN ALTERNATIVE TO SOIL REPLACEMENT.
ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC IMPACT

ETT 60 LT

Üliõpilane: Mikk Raud

Juhendaja: Dots. Andrus Aavik

Tallinn, 2016

Kokkuvõte

Pinnase kihtstabiliseerimise juures on väga oluline, et enne tööde algust teostataks põhjalikud laboratoorsed uuringud. Pinnase mitmekesisusest tingituna on nende omaduste diapsoon väga lai. Sama sideaine kasutamisel erinevate omadustega pinnastes võib anda erisuguseid tulemusi nii survetugevuses, külmakindluses kui ka plastsusarvus.

Uurimustöö fookuses oli kehva kandevõimega pinnaste (savised, möllised) omaduste muutmine ning nende sobivus teedeehituseks. Ameerika Ühendriikides, Austraalias ja ka mujal suuremates Euroopa riikides on kihtstabiliseerimine alternatiivina pinnaste vahetamisel ennast tõestanud nii majandusliku poole kui ka keskkonda säästva lahendusena. Olenevalt projekti mahust, tarnitavast sideainest, võib kulude kokkuhoid (stabiliseerimisel ja pinnase vahetamisel) olla kuni 30%, mis tuleneb ennekõike olemasoleva pinnase ärakasutamisest ning transpordi kulude vähenemisest.

Autor leidis, et pinnase stabiliseerimisel tekitatakse teekonstruktsiooni alla vundament, mille peale ehitatav mulle võib olla õhem (olenemata niiskuspakkonnast), kuna parendatakse kihi külmakerke kindlust ja kandevõimet ning alandatakse vee läbilaskvust (tõkestatakse vee kapillaartõus).

Sideainena kasutatakse lupja, tsementi, lendtuhka ning teisi hüdrauliliste ning putsolaansete omadustega lisandeid. Seguresepti projekteerides tuleb arvestada, mis on kavandatava töö eesmärk, kas kuivatamine, modifitseerimine või stabiliseerimine. Laboratoorsed uuringud on näidanud, et kustutamata lubja lisamisel kuni 3% kuiva pinnase mahumassist, saavutatakse efektiivne kuivatamine. Modifitseerimiseks kulub kuni 6% ning stabiliseerimiseks minev sideaine kulu on kuni 16% olenevalt pinnase tüübist.

Kihtstabiliseerimise tehnoloogia määrab pinnase plastsusarv, niiskusesisaldus ja savisisaldus. Autor jõudis järeldusele, et plastsete ning savikate pinnaste stabiliseerimiseks on kõige sobilikum lubjaga segamine, kuna lubi on võimeline reageerima saviga, muutes tema omadusi nii, et saadav materjal on tihendatav ning kasutatav teedeehituses. Lubjaga stabiliseerides on putsolaansed reaktsioonid väga pikaajalised võrreldes tsemendiga ning täieliku kivistumiseni läheb aastaid. Tsemendiga stabiliseeritud pinnase survetugevus on suuresti sõltuvuses sinna lisatava sideaine määrast. Mida suurem on tsemendi kogus, seda suurem on saadav tugevus. Sellega kaasneb ka pragunemine, mis võib peegelduda hiljem teekatte peal.

Töös käsitletud andmete põhjal on optimaalse sideaine koguse korral tsemendiga stabiliseeritud siduspinnaste 28 päeva vanuste katsekehade survetugevus kuni 6 MPa ning lubjaga kuni 6 korda väiksem ehk 1 MPa. Kihtstabiliseerimise ajal tuleb veenduda, et töödeldava pinnase niiskusesisaldus jääb optimaalse juurde. Vastasel korral ei saavuta pinnas projektis ettenähtud tugevusi.

Aastal 2000 Jüri-Vaida kõrvalmaanteel ehitatud katselõigul selgus, et sideaine lisamisel pinnasesse vähenes selle niiskusesisaldus ning plastsus. Samuti paranes kandevõime ja stabiilsus. FWD seadmega mõõdetud vajumikausi parameetri BCI (aluse kõverustegur) väärtus katselõigul oli 5 ühiku võrra parem kui katselõigu väliste keskmine tulemus. Pinnase omadusi suudeti parandada, kuid ühtset monoliiti ei tekkinud.

Eestis võiks pinnase kihtstabiliseerimist kindlasti rohkem praktiseerida, eriti olemasoleva põlevkivituhaga pärast. Traditsioonilised sideained on hinnaklassilt suhteliselt kallid, kuid kombineerides neid põlevkivituhaga, saab sideaine kulud alla tuua. Olemasoleva tee rekonstrueerimisel pole otstarbekas pinnase stabiliseerimine, kuna tunduvalt odavam on aluse stabiliseerimine. Pinnase kihtstabiliseerimist tuleks kindlasti kaaluda uue tee ehitamisel alternatiivina kehva omadustega pinnase (savi, möll) väljavahetamisel. Samuti asub Eesti geoloogiliselt sellises piirkonnas, kus on palju moreenset ja rähkset materjali millega enne stabiliseerimist tuleb kindlasti arvestada. Välismaa kogemused on näidanud, et kokkuhoid ei tule ainult ehitamise arvelt vaid ka hilisemate hooldustööde käigus.

Summary

SOIL STABILISATION AS AN ALTERNATIVE TO SOIL REPLACEMENT. ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC IMPACT

Mikk Raud

It is of utmost importance to conduct thorough laboratory research before undertaking soil stabilisation works. Depending on the versatility of the soil the range of the determining qualities can be very wide. The use of one bonding agent in different soils may give different results in pressure endurance, frost resistance as well as plasticity index.

The current research focuses on changing the qualities of soils with poor capability of bearing (clay, silt) and their suitability for road construction. In the USA, Australia as well as bigger European countries soil stabilisation has proved to be a worthy economic and environmentally friendly alternative to changing the soils. Depending on the size of the project, the need of the bonding agent (in case of soil stabilisation versus soil changing) the costs may even be cut by half as a result of using the existing soil and the reduction of transport expenses.

The author concludes that in soil stabilisation the road construction will be based on a foundation that does not require as thick embankment (regardless of the humidity in the area) due to improved frostboil resistance and capability of bearing while reducing water penetration (the capillary rise will be blocked).

Lime, cement, fly ash and other matter with hydraulic or pozzolanic qualities will be used as bonding agent. While drafting the contents of the bonding agent the desired end result of the work – dehumidification, modification or stabilisation – has to be kept in mind. The laboratory research has proved that adding quicklime up to 3% of the dry soil volume an efficient dehumidification will be achieved. Modification takes up to 6% and stabilisation up to 16% of bonding agent depending on the type of soil.

The stabilisation technology is determined by the plasticity index, moisture and clay content of the soil. The author has reached the conclusion that for stabilising plastic and argillaceous soils the most suitable method is to use lime as a matter that is able to react with clay thus changing its qualities so that the result is a denser matter suitable for road construction. The pozzolanic reactions in lime mixtures are delayed as compared to cement and the final silification takes years. The pressure endurance of cement-stabilised soil is greatly dependent

on the volume of the added bonding agent. The bigger the volume of cement, the higher is the resulting strength that can be concurred by cracking reflected on the road paving.

Based on the data of this research the 28 days old test patches of the soils stabilised with optimum quantity of cement achieved compressive strength up to 6 MPa and the ones stabilised with lime up to 6 times less, i.e. 1 MPa. In soil stabilisation the humidity of the processed soil has to be kept optimal. Otherwise the soil will not achieve the planned strength.

A pilot section was built in Estonia in the year 2000. It was revealed that moisture content and plasticity index decreased in addition of binder. As well as improved stability and bearing capacity. BCI (base curvature index) was measured using FWD device and the value of the pilot section performed better (BCI =11) than not on test section (BCI =16). Did not achieve a single monolith, but managed to improve soil properties.