



Nõrkade pinnaste mass-stabiliseerimine põlevkivituhaga

OSAMAT-projekti üks eesmärke oli demonstreerida põlevkivituha kasutamise võimalusi teedeehituses. Olulisematest aspektidest, millele põlevkivituhaga mass-stabiliseerimise projekti ettevalmistamisel ja elluviimisel tähelepanu pöörata, teeb ülevaate OÜ Skepast&Puhkim vaneminsener Urmas Konsap. **Tekst:** Urmas Konsap

Euroopa Liidu LIFE+ programmi raames teostati pilootprojekt nimega OSAMAT (*Management of Environmentally Sound Recycling of Oil Shale Ashes into Road Construction Products. Demonstration in Estonia*). Projekti eesmärk oli tõestada põlevkivituha kui ehitusmaterjali kasutamise otstarbekust keskkonnakaitse, tehnilisest ja majanduslikust aspektist lähtudes ning demonstreerida põlevkivituha kasutamise võimalusi teedeehituses.

OSAMAT-projekti ühe väljundina koostati nõrkade pinnaste põlevkivituhaga mass-stabiliseerimise juhendi projekt. Juhend põhineb 2014. aastal Simuna-Vaiatu teelõigu km-tel 3,0–4,0 teostatud aluspinnase (turvas) mass-stabiliseerimise pilootprojekti uuringute tulemustel ja soomlaste mass-stabiliseerimise kogemustel. Lõpliku juhendi koostamiseks

oleks vaja rohkem katsetusi erinevate nõrkade pinnastega, mis on Eesti Energia ka lähitulevikus kavas.

Projekti raames valminud juhend käsitleb põlevkivituhaga mass-stabiliseerimise meetodika üldiseid põhimõtteid, sealhulgas sideainete valikut, vajalikke väliuurinuid ja laboratoorseid katseid, stabiliseeritava pinnasekihi projekteerimist, ehitamist ja kvaliteedikontrolli.

ETTEVALMISTUS

Mass-stabiliseerimine on põhjendatud 2–8 m sügavuste nõrkade pinnaste (turvas) tugevdamiseks.

Kuna mass-stabiliseerimise projektiga kaasneb palju väliuurinuid ja laboratoorseid katseid, siis on projekti ettevalmistavas staadiumis oluline koostada asjakohane tegevuskava. Seal peaksid muuhulgas olema loetletud kõik uurinud, katsed ja mõõtmised, mis on vajali-

kud mass-stabiliseerimise projekteerimiseks, ehitamiseks, kvaliteedikontrolliks ja tehniliseks järelkontrolliks.

Mass-stabiliseerimise katsetuste peaesmärk on selgitada välja, kuidas mõjutavad võimalikud sideaine komponendid, nende kogus ja suhe sideaine segus pinnase stabiliseerimise protsessi olulisi aspekte: planeeritud survetugevust, vajalikku tardumisaega, survetugevuse muutust tardumise ajal ja veesisalduse muutusest tingitud mõju.

Esmalt tuleb teha laboratoorsed katsetused, et määrata põlevkivituha ja stabiliseeritava pinnase omadused, stabiliseeritud proovikehade omadused ja sideainete kulunormid. Katsete tulemusena ehitatakse katselõik. Laboratoorsete katsete ja välimõõtmiste põhjal määratakse lõplikud sideainematerjalid ja kulunormid ning koostatakse mass-stabiliseerimise projekt.

MATERJAL

Tulenevalt OSAMAT-projekti tulemustest sobib mass-stabiliseerimisel kasutamiseks sideaine segu, mille üks komponente on põlevkivituha Eesti Energia elektrijaama filtriblokist 8 (OSA EF BL8 NBT) või tsüklontuhk (CYCL) ja teiseks komponendiks komposiitsemment (CEM II / B-M (T-L) 42,5R).

Vastavalt OSAMAT-projekti tulemustele on eeldatav põlevkivituha kulu

200 kg/m³ ja tsemendikulu 60–80 kg/m³.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata põlevkivituha elektri jaamast väljastamisele, transpordile ja hoiustamisele, et tagada tuha homogeensus. Tuhk peab olema mahajahutatud ja kuiv. Kõik tuhalaadungid, mis transporditakse objektile, peavad olema sama kvaliteedi ja omadustega.

TÖÖDE KULG

Enne tööde algust tuleb stabiliseeritav lõik jagada maksimaalselt 5 x 5 m suurusteks tsoonideks. Sideaine kulu kontrollitakse tsoonide kaupa. Tsoonide suurus sõltub pinnase veesisaldustest ja tugevusest, mehhanismide paiknemise kaugusest ja stabiliseeritava ala mõõtmetest. Tsoonide nurgapunktid tuleb tähistada (nt puitvaiadega) ning dubleerida muldkeha serval. Igale tsoonile tuleb juurde lisada identifitseerimisnumber (koordinaadid). Märkimistööde lubatud hälve on ± 0,25 m.

Mass-stabiliseerimise põhilised mehhanismid on ekskavaator, sideaine doseerimis- ja hoidmisseadmed, kompressor, õhukuivati ja doseerimise kontrolli vahendid. Segamismehhanism peab olema selline, mis võimaldab lisada korraka tuhka kui ka tsementi. Mass-stabiliseerimisel kasutatavad seadmed peavad olema varustatud selliste juhtimis- ja kontrollseadmetega, mis võimaldavad salvestada ja kontrollida sideaine lisamist stabiliseeritavasse kihti. Masina operaatoril peab olema võimalus kontrollida ja muuta doseerimise kiirust ja kogust.

Mass-stabiliseerimise meetodi põhimõtteline skeem on näidatud joonisel 1.

SIDEAINE SEGAMINE

Sideaine segamisel stabiliseeritava kihiga liigutatakse stabilisaatori tööorganit horisontaalselt ja vertikaalselt. Sideaine juhitakse suruõhuvoolu ning selle kaudu stabilisaatori tööorganisse, kust see puhutakse otse stabilisaatori tööorgani segamisseadme ette. Lisatavat sideainet kontrollitakse sideaine etteandmise kiiruse ja suruõhujoo abil.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata põlevkivituha mahutitest tööorganisse etteand-

misele, kuna tuhk võib voolikutes ummistuda ja tekitada probleeme materjalide ühtlase segamise tagamisel. Tsemendiga selliseid probleeme tavaliselt ei teki, kuid põlevkivituhad toimivad erinevalt.

Sideaine segatakse ühtlaselt pinnasesse ettenähtud sügavuseni. Sideaine kogus (kg/m³) ja segamise energia (J/m³) täpsustatakse proovitöö käigus kokkulepitud metoodikale. Samal ajal kui sideainet lisatakse pinnasesse ja teostatakse segamist, peab toimuma pidev automatiseeritud jälgimine. Stabiliseerimise ajal jälgitavad soovitatavad näitajad:

- sideaine lisamise kogus 100–400 kg/m³
- sisendrõhk: 0,2–0,4 kPa
- väljundrõhk: 0,2–0,5 kPa
- segamismehhanismi pöörlemisagedus: 100–200 p/min

SIDEAINE KOGUS

Et selgitada välja vajalik sideainekogus tsooni kohta, on oluline teada stabiliseeritava kihiga sügavust 0,1 m täpsusega. Selleks mõõdetakse stabilisaatori tööorganiga stabiliseeritava tsooni sügavused. Mõõtmiseks lükatakse stabiliseerimisorgan pinnasesse nii sügavale kui võimalik, kuni see jõuab kindla aluspinnaseni. Kogu stabiliseeritava tsooni ulatuses tuleb saavutada homogeenne sideaine sisaldus, mis vastab retseptile. Selleks tuleb pärast sideaine lisamist segamist jätkata.

Vajalik sideainekogus arvutatakse tsooni mahu põhjal. Kasutatava sideaine kogus võib varieeruda ± 5% arvutuslikust väärtusest. Vastavalt vajadusele kontrollitakse kasutatud sideaine hulka näidiste võtmise abil. Sideaine kvaliteeti kontrollitakse stabiliseerimistööde ajal.

EELKOORMUSE KIHIT

Pärast segamise lõpetamist tuleb stabiliseeritud pinnasele paigaldada piisava tugevusega geotekstiil ja sellele vähemalt 0,5 m paksune eelkoormuse kiht (nt vana muldkeha materjalist). Kiht tihendatakse roomikekskavaatoriga liikudes (vibrorullide kasutamine on keelatud). Pind, millel stabiliseerimismehhanismid liiguvad,

peab olema piisavalt stabiilne, et võimaldada seal liikuda. Vajaduse korral võib enne tee liiklusele avamist kasutada tihendamiseks staatilist rulli.

Eelkoormuse kiht kiirendab stabiliseeritud kihil konsolideerumist ning aitab eraldada niiskust, mis omakorda kiirendab tugevuse tekkimist. Eelkoormuskihi ehitamine tuleb samuti dokumenteerida tsoonide kaupa (fikseerida valmimise kuupäevad). Pärast eelkoormuskihi valmimist paigaldatakse kogu stabiliseeritud lõigule plaadid vajumite mõõtmiseks. Eelkoormuskihi mõju pinnase vajumisele jälgitakse ja dokumenteeritakse.

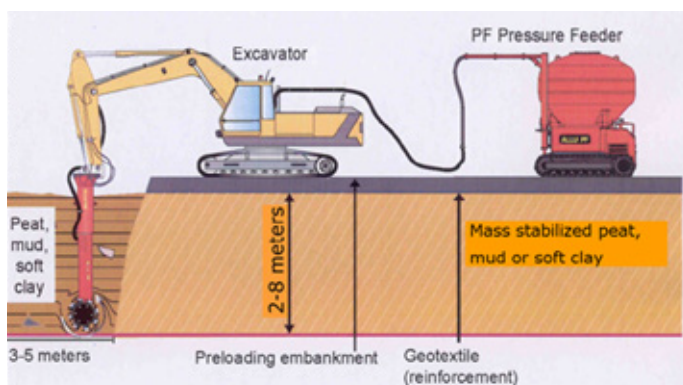
KONTROLL

Stabiliseerimise ajal võetakse tuhande kontrollproove tuhandosaatori juurest. Kontrollproove võetakse töö alguses, iga 60–80 tonni järel ja töö lõppedes. Kontrollproovid on 200-grammised ning neid säilitatakse võimalike laboratoorse analüüsi jaoks. Võetud näidiseid uuritakse laboris, kui ei saavutata projekteeritud tugevust ning teiste kontrollmehhanismidega ei suudeta selgitada põhjuseid.

Kasutatud sideaine hulk tuleb dokumenteerida tsoonide kaupa stabilisaatorist saadavate andmete põhjal. Dokumenteerimine peab sisaldama tsooni numbrit (koordinaate), kuupäeva, tööde alguse ja lõpu aega, infot ilmastikuolude kohta, informatsiooni kasutatud sideaine koguse ja kvaliteedi kohta, infot sideaine doseerimise kiiruse kohta, võimalikke kõrvalekaldeid sideaine doseerimisel, stabiliseeritava kihiga sügavust, mis registreeriti stabilisaatori tööorganiga, ning tsooni kogumahtu.

Ehituse ajal saab tööde kvaliteeti kontrollida, analüüsides kaltsiumi sisaldust segatud materjalis. Selleks on võimalik kasutada kiiret analüüsimeetodit, nt Niton-analüsaatorit. Segatud materjalist tuleb võtta 500-grammised proovid. Algul võetakse 1000 m³ stabiliseeritud pinnasest üks proov iga 250 m³ kohta ja edaspidi vähemalt üks proov iga 500 m³ kohta. Esimesest tsoonist võetud proove uuritakse laboris. Hiljem võetud proovide testimise vajadus otsustatakse jooksvalt.

Et hinnata, kas stabiliseeritud kihil on projektne survetugevus ja vastav nihketugevus saavutatud, tehakse proovikatsetused stabiliseeritud kihil tavalisel lõõpenetratsiooni meetodil ning nihketeimide nihketugevuse määramiseks. Usaldusväärsete tulemuste saamiseks peab üksikute katsepunktide vaheline kaugus olema vähemalt 2,5–3,0 m. Samal ajal tuleb fikseerida ka sideaine sisaldus samade sektsioonide kohta, kus katsetused tehti. Stabiliseerumise kiirust esimeses tsoonis jälgitakse 1, 3 ja 7 päeva möödudes tiguuuri ja proovide võtmisega. ●



Joonis 1. Mass-stabiliseerimise skeem.