

Aheraine peaks teedele sobima

Energeetikas ohtralt kasutatava põlevkivi kaevandamisega tekib aheraine, mida küttematerjalina kasutada ei saa. Seni on aherainet suures osas jäätmetena ladustatud, kuid järjest enam uuritakse võimalusi selle laialdasemaks rakendamiseks teedeehitusel.

MAREK TRUU
AS Teede Tehnokeskus
ehitaja@aripaev.ee

Teedehituses kasutatakse täitematerjale suurtes kogustes ja nende materjalide maksumuses mängib suurt rolli nende veokaugus. Seetõttu on majanduslikult oluline kohalike täitematerjalide kasutamise tagamine võimalikult suure ulatuses. Eestis kasutatakse teedeehituses valdavalt lubja-, dolokivist või kruusast toodetavaid täitematerjale ning looduslikku kruusa ja liiva.

Täitematerjale klassifitseeritakse erinevate omaduste järgi ning nõuded omadustele on kehtestatud liikluskooormuse järgi sõltuvalt kasutuskohast tarindis.

Eestis kliimatingimuste tõttu on teede püsivuse tagamiseks oluline tarindikihtide stabiilsus ja selleks omakorda täitematerjalide püsivus nendes. Eestis toodetavate kohalike settekivimilise päritoluga karbonaatsete täitematerjalide – paekivi – püsivust mõjutavad olulisel määral tarindi veerežiim ja libedustõrje kloriidide kontsentratsioon vees. Paekivi külmakindlus jääb reeglina märgatavalt alla tardkivimite omale, kuid ka erinevate kohalike täitematerjalide külmakindlus varieerub väga suure ulatuses.

Ligi kuus miljonit tonni aastas

Põlevkivi kaevandamisega tekib aheraine. Aheraine on maavara-

ga kaasnev kivim, mis ei sisalda või sisaldab liiga vähe kasulikku maavara. Põlevkivi aheraine koosneb paest ja põlevkivist. Praeguse põlevkivi kaevandamise mahu juures tekib energiatööstuse kõrvalproduktina aastas ligi kuus miljonit tonni aherainet, millest valdav osa ladestatakse jäätmetena. Ida-Virumaale on aastakümnetega tekkinud hulgaliselt põlevkiviaherainest koosnevaid tehismägesid, kuna aherainet pole osatud eriti palju kasutada.

Mägedesse on kuhjatud sadu miljoneid tonne erineva kvaliteediga aherainet. Viimane kujutab endast lubjakivi, mis sisaldab liidetenat põlevkivi. Põhimõtteliselt on aherainest võimalik toota madalamargilist killustikku. Aherainest toodetakse killustikku aheraine/lubjakivi rikastamise teel, kus sõltuvalt tooraine omadustest ja rikastusprotsessi efektiivsusest suudetakse erinevalt

vähendada nõrga põlevkivi ja nõrgemate paefraktsioonide osakaalu ning saadakse seetõttu erinevate, kuid enamasti puuduliku tugevuse ja külmakindlusega killustik. Seetõttu on aherainekillustiku kasutamine teedeehituses olnud seni raskendatud ja piiratud.

Põlevkiviosakesed mõjutavad täitematerjali külmakindlust

Uuringute tulemusena on leitud, et võrreldes toodetavate lubjakivikillustikega on põlevkivi aherainest toodetud täitematerjalide peamiseks kasutamist piiravateks omadusteks madalam külma- ja purunemiskindlus, mis on tingitud nõrkade põlevkiviterade sisaldusest täitematerjalis. Aheraine kütvus on vahemikus 1,8...3,5 MJ/kg.

Põlevkiviosakesed mõjutavad täitematerjali külma- ja vähem purunemiskindlust. Leitud on väljamis-, purustus- ja sorteerimistehnoloogiad põlevkiviosakeste vältimiseks ja eemaldamiseks täitematerjalidest. Purustusstüklite arvu suurendades purustatakse nõrgem põlevkivi sisaldav materjal ning soelapealse materjali külma- ja purunemiskindlus paraneb.

Teine võimalus põlevkivi aheraine mehaanilisi omadusi ja külmakindlust parandada on aherainet teetööde käigus sobiva vahendiga immutada ehk sideaineid kasutada. Kuna külmakindlus sõltub suuresti materjali struktuurist selle niiskumisel (võimalikud külmalõhed), tuleks viia miinimumini vee sattumine aheraine pooridesse ja lõhedesse. Seega peaksid immutusvahendid mingil viisil vett tõrjuma ja samas soovitatavalt suurendama ka materjali mehaanilist vastupidavust.

Võrreldi paekivi ja aherainekillustiku omadusi

Teadustöö esimeses etapis tehti viis paekivikillustiku ja viis aherainekillustiku katset ning selgitati nende omadusi. Paekivikillustikud näitasid üldjuhul mõnevõrra pare-

maid külmakindluse tulemusi (valdavalt alla 1%) kui aherainekillustikud (valdavalt vahemikus 2...6%), kuid külmakindluse katsetes soolalahusega olid tulemused üsna võrdsed – puudulikud, valdavalt vahemikus 60...80%. Suurem erinevus avaldus kahel juhul, kus dolomiitsete omadustega paekivi parem külmakindlus eristus suuresti ülejäänutest ja mille tulemusi NaCl drastiliselt ei mõjutanud.

Praegu usaldusväärseid andmeid selle kohta, kui raskes olukorras on soolvee mõistes Eesti teedevõrk ja kui oluline on kaitsmata tarindit just soolvee mõju eest, pole. Senised uuringud on ühelt poolt näidanud, et tee alusest võetud killustikuproovid sisaldavad väheses koguses NaCl-osakesi, ning teisalt, et soolvesi kiirendab lubjakivi lagunemist külmumistsükli mõjul kordades. Vee, sh soolvee sattumine teetarindi töötsiooni peab olema välditud ehituslike ja hooldemeetmetega.

Juhul kui puudub reaalne võimalus tagada piisavalt dreniv või pragudeta tarind, vältimaks soolvee jõudmist killustikuterani, ei pruugi lubjakivi puhul ka 2% veemavus olla piisavalt väike, et vältida viimase purunemist külmumistsükli toimele. Sellisel juhul võib immutamistest palju kasu olla, kuna isegi killustiku osalisel purunemisel (nt rullimise käigus) võivad jääda immutusvahendiga kaetuks kihilise killustikuterana küljed, takistades soolvee pääsu tera sisse.

Uuring seadis eesmärgiks saada ülevaade Ida-Virumaal kasutatava paekillustiku ja aherainekillustiku omadustest ning selgitada kahe erineva tehnoloogia teoreetilist kasutatavust sellise killustiku väärastamiseks ehk omaduste parandamiseks. Ühe tehnoloogiana kasutati jämetäitematerjali immutamist eesmärgiga sulgeda kivimi poorid ja vähendada sellega veemavust külmakindluse tõstmise eesmärgil ning teisena stabiliseerimistehnoloogiat tiheda tervikkihi saamiseks, sellega vee pääsu tõkestamiseks killustiku teradeni ja seeläbi külmakindluse andmiseks.

Aherainet on kasutatud madalamate kandevõimete juures ja täitematerjalina

Lubjakivist aherainet on peamiselt kasutatud tee-ehituses (madalama kandevõimega teed, metsateed jms) ja ehitustööstuses täitematerjalina platside ehitamisel. Samas on pidevalt uuritud ka selle materjali kasutamisevaldkondade laiendamist. Selleks, et eraldada aherainest kvaliteetne lubjakivi ja saada sellest kvaliteetset killustikku, on seda tarvis mitu korda purustada ja sõeluda. Kuna kukersiit on oma omadustelt pehmem, on seda võimalik mitmekordse purustamise käigus eraldada. Samas tekib aga ka üsna palju sõelmeid (kuni 50% purustatavast massist).

Lubatakse uutest juhendmaterjalides

Toetudes teadusuuringu tulemustele, kavandab MA järgmise aasta juhendmaterjalides lubada kompleksstabiliseeritud alustes kasutada nõrgemat kivi (LA40) alla 3000 AKÖL korral.

TAAVI TÕNTS

Maanteeameti teede arengu osakonna juhataja asetäitja

Immutamine tulemusi väga ei parandanud

Uuringus teostatud immutuskatsete tulemused ei kinnitanud immutamise märkimisväärset positiivset mõju killustike veemavuse ja külmakindluse näitajatele. Mõnel juhul vastupidi, tsemendisuspensiooni ja vesiklaasiga immutamine hoopis halvendasid killustiku külmakindlusnäitajaid ja seda olulisel määral. Mõningane positiivne tendents saavutati küll bituumenemulsiooni, põlevkivibituumeni ja epoksüvaiguga immutamisel, kuid mõju jäi oodatust palju väiksemaks.

Ühelt poolt võib oletada, et laboris üsna madalatel temperatuuridel läbi viidud immutamine jättis kivimipoorid täitmata. Teisalt ei saavutatud laboris ilmselt alati

AHERAINEMÄGI ESTONIA KAEVANDUSES
FOTO: RAUL MEE

kivimi 100%list kaetust (nt epoksüvaigu puhul tuli terad üksteise küljest lahti murda). Kolmandaks hoiti killustikterasid veekeskkonnas üsna kaua – vähemalt 24 tundi. See omakorda tekitab küsimusi. Kas traditsiooniline mustkillustik käituks nimetatud katsetes sarnaselt? Kas 24 tunni jooksul jõuab vesi ka väikeste katmata kohtade korral märjata kogu tera? Kas üsna pikaajalise uputamisega standardised katsed iseloomustavad piisavalt hästi olukorda teetarindis? On

võimalik, et kasutatud katsetooidikad on immutamise mõju hindamiseks ebasobivad. Edaspidi tasuks teha vähemalt veeimavuse katsed ka kuumalt nii tehases kui ka erinevatel temperatuuridel laboris segatud mustkillustikuga ja võrrelda näitajaid. Samuti tuleks selgitada paekivi veeimavuse dünaamikat, ehk kui kiiresti vesi kivimisse tungib ning kuidas absorbeerib paekillustik vett märgades tingimustes, kui pole otseselt vee sees.

Stabiliseerimise mõju oodatust suurem

Stabiliseerimise mõju kujunes aga oodatust positiivsemaks. Seda ennekõike freesipuru ja aheraine segu kompleks- ja tuhkstabisegude osas, kus kõikide täitematerjalide puhul ületasid survetugevuse näitajad nii immutatud kui ka immutamata olekus ning külmakindluse katsetes teiste stabiilide vastavaid näitajaid. Mõnevõrra nõrgemaid tulemusi näitasid puhta aheraine- ja paekillustikuga kompleksstabiliseeritud segud ja freesipuru ning aherainekillustikuseguga tsement- ja tuhkstabisegud. Lubistabiliseeritud segudel külmakindlus sisuliselt puudus. Samad tendentsid ilmnesid lõhestustõmbetugevuse juures. Tuhkstabiliseerimise, keskmiselt 0,3...0,7 MPa, kõrval andsid tsement- ja kompleksstabiliseerimine tulemusteks 0,1...0,3 MPa ja lubistabi kuni 0,1 MPa.

Väiksema koormusega teedele peaks väga hästi sobima

Uute teede tarvis drennekihi peal tuleks katsetada kas vähese freesipuru või bituumenilisandiga tuhkstabisegusid aheraine baasil. Tuhkstabisegude kasutamist takistab praegu veel ebakindlus tuha omaduste stabiilsuse suhtes ning tehnoloogilised puudujäägid suurte kogustega (u 10%) tuha laotamisel, aga ka ebakindlus tuhkstabile alg- ja lõpptugevuse osas ning nendest tulenevate võimalike kandevõime- ja pöikpragude suhtes.

Täitematerjalide löikes näitasid karjääris toodetud paekivist segud praktiliselt samaväärseid tulemusi aherainekillustikust toodetud segudega, kuid neist kahest tuntavalt paremaid tulemusi saavutasid kõik segud, milles aheraine oli osaliselt asendatud freesipuruga. Kombineerituna kompleksstabiliseerimise tehnoloogiaga peaks see eriti Ida-Virumaa tingimustes sobima olemasolevate, keskmise ja väiksema liiklusega teede rekonstrueerimiseks väga hästi. E

PANE TÄHELE!

Eestis on 34 põlevkivi kaevandamisjäätmete hoidlat ning sinna on 2011. aasta seisuga viidud ligikaudu 210 miljonit tonni aherainet.

PANE TÄHELE!

Maanteeamet tellis ASilt Teede Tehnokeskus teadusliku uurimistöö aheraine laialdasemaks kasutamiseks teedeehituses. Teadus- ja arendustöö "Aheraine killustiku omaduste kaardistamine Eestis ning nõrga kivi väärastamise teadusuuringud" valmis käesoleval aastal ning sellega saab tutvuda ka veebi vahendusel.

Killustiku tootmine
FOTO EIKO KIN

