

Hea betooniuudis: valge kivi uus elu

Silikaatkivi on võimalik väga hästi ringlusse võtta ehitusbetooni täitematerjalina, selgub teadusuuringutest. Nii saab lähiaastatel lammutamisele minevaist hooneist kümnete miljonite tonnide jagu komponenti, mis parandab betooni kvaliteeti ja säästab ühtlasi nii meie maavarasid kui ka kliimat.

ANTS VILL

Eestis käsil olevad suurprojektid – Via Baltica ja Rail Baltica, samuti muu hoogne ehitustegevus vajab suurtes kogustes maavarasid: killustikku, liiva, kruusa. Nende varud meie maapõues aga pole piiratud, mitmes paigas hakkab neid nappima juba lähikümnenditel, ning nappus jõuaks kätte isegi siis, kui neid suurprojekte ei olekski.

“Tooraineprobleem ehitusmaterjalide tootmise alal pole veel Eestis liiga aktuaalne,” rääkis artikli esimene autor **Tanel Tuisk**, Tallinna Tehnikaülikooli ehituse ja arhitektuuri instituudi lektor ehitusmaterjalide alal. “Kesk- ja Lääne-Euroopas ning Soomes hakkab betooni traditsioonilisi täitematerjale – liiva, killustikku – juba päriselt nappima. Mõneski riigis on sel põhjusel betooni täitematerjali alal ringlussevõtt juba 50 protsendi lähiste jõudnud. Meil Eestis on selleni veel aega, aga paslik on alustada sellel mõtlemisele ja teha vajalikud uuringud meie võimaluste kohta ära juba praegu. Ehitusmaterjalid on lokaalne kaup, nende kaugelt kohale vedamine on väga kallis, viib ehitiste-rajatiste hinnad kõrgele ning põhjustab keskkonnamõju transportimisel. See probleem tuleb lokaalselt lahendada.” Ta jätkas: “Meil siin

FOTO: ERIK RIIKOJA



Joosep Kalbus

Eestis on väike nii-öelda eripära, sest meil on nõukaaja pärandina kolossaalselt palju kasutusest välja läinud ehitisi, ka agraarehitisi, mis on valmistatud silikaatkivist, mille peamine koostisosa on liiv. Suurt osa neist ootab ees lammutamine. Me uurime, kuidas sellist materjali paremini kasutada. Väärtuslikum ongi vana ehitusmaterjali kasutamine näiteks betooni koostises.”

Tuisk märkis, et sellist materjali tekib lähiaastatel kasutusest välja minevate ehitiste lammutamisel kümnete miljonite tonnide jagu. Silikaadi selline hulgaline kasutamine on kogu endise idaploki teema, sest just siin leidis see, lugematuid töörahva paradiisiks nimetatud piirkonna maastikke valgete hoonetega ilmestanud materjal laialdast kasutamist. Siia kuulub ka Ukraina, kus Venemaa

“Meeskonnast tuli tore mõte, et äkki saab neid kive purustada, peenestada ning täitematerjalina uuesti kasutada.”

Joosep Kalbus, TTÜ magistrant

vallutussõja käigus hiigelmahtudes hävitatud hooneid saab kasutada Ukraina ülesehitamistöö tooraineks.

Teedrajav uurimistöö

“Kui küsite, kuidas sai alguse silikaatkivi uurimine betooni võimaliku täiteaine osalise asendajana, siis seda on raske meenutada. Aga meie toonane magistrant **Joosep Kalbus** oli esimene, kes seda uuris, see on kindel,” meenutas tema selleteemalise magistratöö juhendaja Tanel Tuisk.



Joosep Kalbus uurib, kuidas saaks silikaattellise jääke kasutada betooni täitematerjalina.

FOTOD: EERIK RIIKOJA



“Asi sai alguse ühest lammutusprojektist, mille käigus te uurisite, kas ja mida saab lammutatavast majast ringselt kasutada, näiteks õõnespaneele,” tuletas meelde Joosep Kalbus, toonane magistrant, praeguseks tehnika-ülikooli magister, kes jätkab ehitusalal tegutsemist. “Meeskonnast tuli tore mõte, et äkki saab neid kive purustada, peenestada ning täitematerjalina uuesti kasutada,” sõnas ta.

“Meie instituudi vanemlektor **Simo Ilomets** on see, kes tegelikult käivitaski ringse ehitamise võimaluste uurimise ning uurimistööde rakendamise siin majas,” täpsustas Tuisk. “Silikaat on iseenesest, ehkki sellest paljud lugu ei pea, inseneri vaates väga hea materjal – vastupidav, küllalt külmakindel, ehkki täitematerjalina mitte eriti tugev. Oligi ette arvata, et eriti tugevat betooni, sellist sillaehituseks vajalikku, sellisel moel ei saa, aga paljudel puhkudel sobiks suurepäraselt. Nii asuski toonane magistrant Joosep Kalbus uurima, kuidas saaks seda kasutada betooni täitematerjalina. Uurimuse käigus prooviti asendada purustatud silikaatkiviga kas 25, 50 ja isegi 75 protsenti betooni tavapärasest täiteainest, milledeks on paekivikillustik ja liiv. Kalbus avastas,



et väiksemates hulkades, kuni 25 protsendini, oli tulemuseks, üllatuslikult, betooni survetugevuse suurenemine. Edasisel osakaalu suurendamisel hakkasid näitajad siiski halvenema. Tegu on, liialdamata öeldes, avastusega, tema tehtud avastusega. Praegu uurib meie doktorant **Jürgen Tamme-pärg** seda teemat edasi, aga Joosep Kalbus on kindlasti teerajaja. Kui hakkasime teaduskirjandusest uurima, miks on betoon selle täitematerjaliga tugevam, avastasime üllatusega, et seda teemat – silikaatkivi lisamist betoonile – ei olegi varem uuritud.”

Häid omadusi on mitu

Kalbus tõi esile mitu asjaolu, mis teevad silikaatkivi kasutamise hästi lihtsaks: “Kui tavalise ehitusmaterjali, eriti betooni, raudbetooni puhul siis, on suur



probleem, suuremahuline töö materjalist metalli eraldamine, siis silikaadi puhul on asi lihtne. Sellises müüritises pole terast sees, võid võtta terveid müüritükke ja purustisse suunata. Ka kivide vahel olev mört pole probleem, see sobib betooni sisse suurepäraselt – ära reageerinud mört on samamoodi neutraalne kui silikaatkivi. Oma katsetes lasin kõik labori lihtsast ja väikesest lõugpurustist läbi ja oligi materjal käes.”

“Kõige üllatavam oli siiski see, et silikaadi lisamine betooni muutis selle tugevamaks, kui on tavalise retseptiga betoon,” jätkas Kalbus uurimise tutvustamist. “Kui seda täitematerjali oli kuni 25 protsenti, siis osutus, et saadud betoon on tugevam ja – mis meie kliimas oluline – ka külmakindlam. Jõudsin analüüsides järeldusele, et selles segus toimub mingi uus protsess, ehkki lisamaterjal oleks ju nagu inertne. Me siin pakkusime välja ka mõned hüpoteesid, aga neid peab kontrollima juba uute, täiendavate uurimistöödega. Minu hüpotees on, et need materjalis tekkivad protsessid on tingitud suurest poorsusest. See imab niiskust ning nii tekib silikaadi ja tsemendi vahel reaktsioon – silikaat muutub keemiliselt aktiivseks.”

Tanel Tuisk lisas, et paljud kolleegid teistes riikides, nii Euroopas kui ka näiteks Hiinas, on küll teinud analoogilisi uurimusi, aga peamiselt vaid seal laialt kasutatava autokraavitud poorbetooni osas. “Siin, postsovetlikus piirkonnas oli tema uurimus kindlasti esimene ja tema avastus avas meile uued võimalused.”

“Muu hulgas töötasin magistritöös välja ka betooni kuivsegu,



FOTO: ERIK RIIKOJA

"Minu hüpotees on, et need materjalis tekkivad protsessid on tingitud silikaadi suurest poorsusest. See imab niiskust ning nii tekib silikaadi ja tsemendi vahel reaktsioon – silikaat muutub keemiliselt aktiivseks."

Joosep Kalbus, TTÜ magistrant

mis sisaldab purustatud silikaatkivi lisandit,” rääkis Kalbus. “See on täiesti valmis toode, saaks 25-kilostes kottides kasvõi kohe tootma hakata. Sellest minu mõrdist saaks välja arendada ka näiteks plaatimisegu, parandusremondiseegu, mida tahes. Eriti sobiks seda tüüpi materjal renoveeritavatele objektidele, vanade, vanalinnas asuvate hoonete taastamiseks. Taaskasutus on hea asi, aga veel parem nende vanade hoonete jaoks on see, et silikaati sisaldav mört toimib ehitusfüüsikaliselt hästi keskaegsetel müüridel.”

Skaalamuutus on ootel

Tuisk lisas, et tootmismastaa-pi skaleerimiseks tehnoloogilisi takistusi polegi – kõik vajalikud seadmed, ka näiteks lõugpurustid, on olemas igas suuremas

täitematerjali tootvas ettevõttes. Betonisegude ja lähtematerjalide sertifitseerimised – neid tehakse iga tootepartii, iga toorainepartii kohta niikuinii. Ka standarditest tulenevaid nõudeid ei lisandu.

“On üks põhjus, miks seda pole siiani veel laialt kasutusele võetud: silikaadi kasutamine on kallim kui tavapärase täitematerjalide kasutamine. Ja teisalt – lõpptootes pole selle lisandi osakaal väga suur, nii pole erilist huvi selle vastu veel tekkida jõudnud. Eks see ole ka mõtteviis ja oma tootmis-skeemide muutmise teatavas tüliskuses kinni. Muutused ei tule üleöö, ka keskkond peab muutuma. Aga eks need asjad ajapikku arenevad: rohenõuded karmistuvad, toorainet jääb napimaks, ka hinnad on muutlikud. Ja kindlasti annab väikese tõuke ka varsti ehitistele kohustuslikuna rakenduv keskkonna jalajälje arvutamise nõue.”

Joosep Kalbuse alustatud töö on tehnikaülikoolis jätkunud: sel teemal on tehtud veel üks magistritöö koostöös Weberiga kuivsegu ja Fibo plokkide tootmise kontserni Saint-Gobain Eesti ASiga. Doktorant **Jürgen Tammepärja** selleteemaline, põhjalik uurimistöö on praegu alles algusfaasis, sealt ilmneb loodetavasti nii teoreetilisi argumente kui ka praktilisi järeldusi.

Igal juhul – keskkond muutuste jaoks on loodud, tulevik ei jää tulemata. Jah, silikaat ehk “vana valge” on uus roheline. **E**

Teadustöö valmimist toetasid LIFE IP BUILDESTi “Hoonete rekonstrueerimisalase suutlikkuse suurendamine Eesti kliimaeesmärkide saavutamiseks” (LIFE20 IPC/EE/000010), Horizoni projekt “Tegelike ja taskukohaste säästvate ehituslahenduste tipptasemel demonstreerimine, arvestades kogu oleusringi toimimise ja täiustatud ringmajandusega” (ID: 101123330), SIRCULARi “Jätkusuutlikud ja integreeritud inimkesksed lahendused hoonefondi dekarboniseerimises ja renoveerimises ringmajanduse suurendamiseks” (ID: 101147412), ELi ja SA Eesti Teadusagentuuri projekt TEM-TA143 “Ehitusmaavarad ja mineraalsed jäätmed: kestliku kaevandamise ning ringse väärindamise võimalused Eestis” ja energiatõhususe tippkeskus ENER (grant TK230), rahastatud haridus- ja teadusministeeriumi poolt.