

KOKKUVÕTE

Käesolevas magistritöös uuriti E-Betoonelement OÜ Harku tehase veekulu ja sellest muutumist ajas, samuti ka veekasutust. Lisaks analüüsiti tehase tootmisprotsessi käigus tekkiva ja lokaalses veepuhastusjaamas puhastatud protsessivee keemilist koostist. Soovides uurida puhastatud protsessivee mõju betoonile ja võimalusi protsessivee kasutuselevõtuks betoonitootmisel, uuriti katsetuste raames erineva osakaaluga puhastatud protsessivett kasutades C30/37 survetugevusega sise- ja väliskihibetooni survetugevusnäitajaid ning täiendavalt väliskihibetooni külmakindlusnäitajaid. Töö raames viidi läbi tootmiskatse, et hinnata protsessivee mõju toodangu visuaalsele väljanägemisele ja pinnastruktuurile. Toetudes katsetulemustele arvatati välja potentsiaalne kraanivee kokkuhoid aastas.

Tehase veekulu analüüsimisel võeti arvesse tegelik tsemendikulu ning vesitsementtegur 0,45. Arvestades toodangumahtu, on perioodil 2019-2022 a. betooni tootmiseks kulunud keskmiselt 3153 m³ vett aastas, mis on keskmiselt 23,2% kogu kasutatud vee määrast. Peale lihvimisliini ja veepuhastusjaama kasutuselevõttu 2019. aastal on betooni tootmiseks kulunud vee määr kasvanud, mis annab aimu sellest, et taaskasutatakse tootmisprotsessis.

Puhastatud protsessivee analüüsimiseks võeti proovid 2022. aasta märtsis. Kuigi tegemist ei ole magistritöö raames võetud prooviga, võib selle tulemusi siiski arvesse võtta. Tehase toodang ei ole aja jooksul põhimõtteliselt muutunud. Puhastatud protsessivee keemiline koostis on sobiv betoonitootmiseks – vastavalt standardile EVS-EN 1008:2002 jäid kõik keemilised ühendite kontsentratsioonid oluliselt alla piirmäära, sh ka kloriidide sisaldus, mis on korrosiooni mõttes kõige olulisem näitaja.

Sisekihibetooni survetugevuse uurimiseks valmistati kokku 33 katsekeha, kus kolm olid referentsbetooniga ehk kasutatud oli üksnes puhast vett ning ülejäänute puhul varieerus puhastatud protsessivee määr vahemikus 55%-100% (iga täiendava 5% jaoks 3 katsekeha). Väliskihibetooni puhul valmistati 12 katsekeha. Lisaks referentsbetoonile oli selles katseseerias puhastatud protsessivee määr katsekehades vastavalt 25%, 50% ja 75%. Survetugevust uuriti selleks ettenähtud pressiga, kasutades purustavat meetodit. Standardijärgse survetugevuse nõude C30/37 betooni puhul täitsid kõik sise- ja väliskihibetooni katsekehad vähemalt 19,3% varuga.

Väliskihibetooni külmakindlust testiti vastavalt standardile EVS 814:2020. Katsetati kokku 16 katsekehaga (vastavalt 0%, 25%, 50% ja 75% puhastatud protsessivett). 25% ja 75% puhastatud protsessivett sisaldanud katsekehade puhul oli keskmine massikadu 0,1 kg/m², mis on ligi kaks korda parem referentsbetoonist (0,19 kg/m²). 50% puhastatud

protsessivee kasutuse korral oli keskmine massikadu 0,13 kg/m². Maksimaalne massikadu standardi järgi võis olla 0,5 kg/m². Seega täitsid kõik katsekehad külmakindlusnõude.

Tootmiskatse raames valmistati betoonist kaks LEGO-plokki, üks kraaniveega ning teine 50% ulatuses puhastatud protsessivett kasutava betooniga. Lisaks toodeti 50% puhastatud protsessiveega kaks seinat. Hälbeid betooni töödeldavuses ega pinnakarakteristikutes ei tuvastatud.

Vastavalt katsete tulemustele – kasutades puhastatud protsessivett sisekihibetoonides 100% ja väliskihibetoonides 75% ulatuses, oleks võimalik, arvestades viimase nelja aasta keskmisi tootmismahte (2019-2022), säästa aastas keskmiselt 3979 m³ kraanivett, mis vastab ca 122 Eesti elaniku aastasele veetarbimisele.

Töös püstitatud eesmärgid said täidetud ning katsete tulemused olid ettevõtte vaatest väga lubavad. E-Betoonielement saab antud tööd kasutada oma igapäevase tegevuse arendamisel ning keskkonnajalajälje vähendamisel, kasutades saadud teadmiste põhjal ressursse täna paremini kui eile. Järgmise sammuna võiks veega seoses uurida mitmebasseinilise settesüsteemi rajamise otstarbekust – see võimaldaks põhilise segumikseri ja transpordivahendite loputusvee samuti võtta betooni tootmisel kasutusse. Katsete tegemist tuleks kindlasti jätkata – esmases järjekorras tuleks survetugevus- ja külmakindluskatsed teha 100% puhastatud protsessiveega väliskihibetooni kasutades. Samuti võiks katsetada pigmenteeritud betoonides puhastatud protsessivee kasutamist. Kaugemas tulevikus tuleks kaaluda vihmaveekogumist, selle puhastamist ja tootmisprotsessides, sh betooni tootmises kasutuselevõttu. Selle õnnestumise korral võimaldaks kogu tootmisprotsessi muuta kraaniveevabaks.