



CO₂ emissiooni vähendamine betoonivaldkonnas

Kliimamuutused sunnivad karmistama betooni tootmisel ja kasutamisel keskkonnakahjulike ainete emissiooni piirväärtuseid. See toob kaasa tehnoloogiate ja materjalide muutmise, samuti ärikeskkonna muutused. Soome kogemustest ja uurimustest süsihappegaasi emissiooni kahandamiseks betoonivaldkonnas rääkis Soome Aalto ülikooli professor Jouni Punkki.

ANTS VILL

Professor **Jouni Punkki** esines Tallinnas tänava märtsis peetud Eesti betooniga tegelejaid ühendava Betooniühingu korraldatud järjekordsel Betoonipäeval, kus kuulutati välja ka lõppenud aasta parimad betoonehitised ning anti üle vastavad auhinnad.

“Beton on üle maailma kõige enam kasutatud materjal üleüldse, niisiis on betoonivaldkonnas ka protsentuaalselt väikesegi mahu kahandamisega meie planeedi kliimahiule märgatav mõju. Betooni iga-aastane üleilmne kasutus on praegu ligi kümme miljardit kuup-

meetrit ehk iga maakera elaniku kohta üle kuupmeetri ehk 2500 kg. Kogused aina kasvavad,” rääkis ta.

“Kui kogu maailmas on betoonivaldkonna süsinikuemissioon hinnanguliselt 7% koguemissioonist, siis Soomes on see tunduvalt väiksem, alla 2%, kuid sellegipoolest me hindame, et see on liiga suur,” sõnas Punkki.

“Ja kui me ei tee muutusi tehnoloogiates, siis see betooni osakaal üleilmse CO₂ emissioonis tulevikus kindlasti kasvab, sest ehitamise maht kiireneb kogu maailmas, näiteks Aafrikas, aga ka hiiglasliku elanikkonnaga Indias,

ehk eriti kiirelt kasvava majandusega riikides. Ja veel: betooni CO₂ osakaal kasvab ka seetõttu, et senine suurim emissiooniallikas – energiatootmine muutub üha rohelisemaks, selle osakaal CO₂ üldemissioonis kahaneb seega kiire tempos.”

Betooni CO₂ vähendamine on ainus jätkusuutlik tee

“Niisiis, betooni-tsemendiala ettevõtjate huvi CO₂ emissioonide kui kõige suurema kliimamõjuri üha suurema maksustamise valguses on süsinikjalajälje kahandamine. Raha on parim ärikonsultant, ütleksin. Muutusi tootmises on aga vaja teha, sest on selgelt näha – tsementide, eriti aga CEM I hind tõuseb CO₂ maksustamise tõttu juba lähitulevikus märkimisväärselt, kahekordistudes peagi,” kriipsutas professor alla nii aja- kui ka rahakomponenti.

FOTO: TEEMI OJALA

Tsemendihulga kahandamine betoonis on täiesti perspektiivne, 10% oleks kergesti tehtav, mõnel juhul oleks võimalik isegi kuni 50%.

Ühtlasi kehtestatakse ehitiste puhul üha rangemaid süsinikjalajälje limiite, piiranguid ehitiste elukaare kohta. “Taanis on sellised normid juba kehtestatud, meil Soomes hakkab selline regulatsioon kehtima tuleval aastal,” rääkis Punkki. “Ja rõhutan: kui me nende arengutega kaasa ei lähe, tekib meie firmadel tõsiseid probleeme konkurentsis teiste firmade, teiste ehitusmaterjalidega, mille puhul neid norme jälgitakse. Enamgi veel, ilmselgelt tekib peagi ka probleeme suure CO₂ emissiooniga ehitusprojektide finantsee-

rimisel. Rahastajad on huvitatud jätkusuutlikest projektidest, teised võidakse kõrvale jätta.”

Kuidas kahandada CO₂?

Professor tõi esile peamised võimalused betoonivaldkonna CO₂ emissiooni vähendamiseks:

1. betooni asendamine muude ehitusmaterjalidega;
2. betoonikasutuse vähendamine ehitiste konstruktsioonides;
3. tsemendi osakaalu vähendamine ehitusbetoonis.

Samas kinnitas ta, et osa valikuid ei lähe arvesse: inimkonnal pole teist võimalust, kui ehitada betoonist, sest muudest materjalidest üha kasvavate vajaduste suuremas osas katmiseks lihtsalt ei piisa, betooni pole võimalik asendada, märkis professor. “Selles osas hindavad optimistid, et oleks võimalik leida asendust 10% osas, mina arvan, et vähem, võib-olla 5%. Niisiis, ehitusvaldkonna CO₂ emissiooni kahandamisel on peamiseks teeks ikkagi betooni jalajälje vähendamine, muid võimalusi suures vaates ei ole,” sõnas ta.

“Suund: tsemendihulga kahandamine betoonis on täiesti perspektiivne, 10% oleks kergesti tehtav, mõnel juhul oleks võimalik isegi kuni 50%,” hindas professor. “Aga, ka sel võimalusel on tehnoloogilised piirid – need tulevad kiiresti kätte, seega on CO₂ emissiooni vähendamine suhteliselt piiratud võimalustega tee,” ütles Punkki.

“Nii jääbki peamiseks suure potentsiaaliga võimaluseks betooni osas emissioonide kahandamine tsemenditootmise protsessides endis,” märkis ekspert oma ettekandes. “Uurimused näitavad, et tsemenditootmise arendamisel on võimalik saavutada selliseid tooteid, mille kvaliteet on piisavalt kõrge, emissioon aga kordades väiksem. See tähendab uusi tehnoloogiaid, uusi tooraineid. See – tsemenditootmise modifitseerimine – ongi peamine võimalus CO₂ emissiooni vähendamiseks,” nentis Punkki.

Niisiis: tsemendi uued retseptid

“Sel teel on eristatavad kolm liini. Esiteks: segatud tsement, teiseks: alternatiivsed sideained, kolmandaks tsemenditootmise, eelkõige klinkritootmise protsessis CO₂ emissiooni kahandamine (eelkõige CO₂ kinnipüüdmine tehase heitgaasikorstnast),” rääkis Punkki.

Ta alustas: “Segatud tsemendi puhul on standardi kohaselt lubatud lisada CEM III/C puhul isegi kuni 95% šlakki ja 5% klinkrit (see on teoreetiline). Peamine probleem on, et kivistumise algusfaasis pole betoonil piisavat tugevust, ka on šlaki piisavates kogustes kättesaadavus piiratud.”

Punkki jätkas: “Alternatiivsed sideained tähendavad, et pole kasutatud portlandtsementi. Soomes on sellel, F-tsemendil, kasutusajalugu juba 1980. aastatest. Selles osas saaksime Soomes olla euroliidu esirinnas. Kasutatakse mitmesuguseid komponente, kuid toode vajab kivistumise protsessi esilekutsumiseks aktivaatoreid. Ka pole tugevusnäitajad piisavalt läbi uuritud. Sellised tooted ei vasta eurostandardeile, nii ei ole kerge kasutada neid materjale suure koormusega rajatistes. Samas: CO₂ emissiooni kahanemine on tähelepanuväärne.”

Eraldi teema on CO₂ kinnipüüdmine klinkritootmise käigus otse heitgaaside korstnast, märkis Punkki: “Sellised meetodid kahandavad emissiooni eriti tuntavalt, nii võib tõhusate meetmete korral, aga need on juba tegelikkuses tööstuslikus mastaabis Norras olemas, muuta tsemenditootmise CO₂ emissiooni koguni negatiivseks, kui võtta ka betooni elukaare jooksul toimuv karboniseerumisprotsess arvesse! Kuid see meetod on kulukas, samuti nõuab see kindlasti roheline elektrienergia, aga ka CO₂-st valmistatud sünteetiliste kütuste abil toodetud energia kasutamist.”

Siinkohal tuleb aga märkida oluline eelis: CO₂ kinnipüüdmine ei muuda ei tsemendi ega ka betoo-



FOTO: ERIK THUKKA

ni omadusi, nagu see toimub kahe elemendi lahendustee korral.

Tulevikku vaadates hindas professor Punkki, et traditsioonilisel viisil toodetud betoon kaotab aastaks 2035 pea kogu oma turuosa, alternatiivsed sideained on juba praegusest pidevas, kuid tagasihoidlikus kasvus, lisanditega tsementide kasutus tõuseb kiirelt kuni 2030. aastateni ning hakkab seejärel kahanema. Kõige suurem ongi potentsiaal CO₂ sidumisel tootmise käigus: tõus praeguselt nulltasemelt algab juba lähiaastail ja jõuab kümnendiga ehk 2034. aastaks 80 protsendini toodetavast tsemendist.

Soome tsemendihüpe: 50 protsendi võrra vähem CO₂

Tehnikadoktor professor Jouni Punkki osaleb Soomes 2016. aastal algatatud Aalto ülikooli ning Norra teadus- ja tehnoloogia ülikooli ja viie suure betooniettevõtte uurimisprojektis "Loikka" (eesti keeles "Pikk hüpe"), mis on suunatud CO₂ emissioonide kahandamisele betoonivaldkonnas 50% võrra ehk kaks korda. Projekti maksumus on ligi 3,5 miljonit eurot. Seni on

Soome Aalto ülikooli professor Jouni Punkki esinemas Eesti Betooniühingu korraldatud Betoonipäeval 26. märtsil 2024 Tallinnas.

leitnud, et süsinikujalajälje kahandamise peamine tee on sideainete emissioonide vähendamine.

"Selle ambitsioonika eesmärgi saavutamiseks on vaja terve rida abinõusid," loetles professor. "Esiteks, väikese süsinikujalajäljega sideainete kasutamine, betoonitootmise optimeerimine, betoonehitiste konstruktsiooni täiustamine. Üks peasuund on klinkri osaline asendamine šlakiga. Kui tsement sisaldab 40% šlakki (CEM III/A), kahaneb CO₂ emissioon 25%, kui 70% (CEM III/B), siis on emissiooni kahanemine tsemenditootmises 50%."

Probleemiks on valatud betooni kivistumise hiline, tavatsemendiga võrreldes kordades hilinev algus ja vastupidavuse mitmekordne kahanemine, eriti jäätumise-sulamise protsessidel soolarikkas keskkonnas. Kivistumise kiirendamiseks uuritakse segu soojendamise, kiirenduslisandite ja aktivaatorite kasutamist. Šlakilisandiga tsemendi kasutamisel kujuneb betoonis välja vähem ja aeglasemalt kivinemiskeskusi, näitavad mikroskoopilised uuringud.

"Meie uurimuste peasuunad on tsementide-betoonide kivistumise ja vastupidavuse probleemid. Nende tööde baasilt lähtuvad uurimiste allteemad: madala emissiooniga tsemendite tootmisprotsesside arendamine ja optimeerimine ning edaspidises emissioonide veelgi suurem kahandamine," tutvustas Punkki riiklikku toetust saavat projekti "Loikka". "Muide, meie uurimistöös osaleb ka Eestist pärit tehnikadoktor **Anna Antonova**."

Uued horisondid vajavad uurimist

Tulevikku vaadates kõneles professor Juoni Punkki: "Praeguseks saab šlakitsemendi kohta öelda, et võime kinnitada selle materjali praktikas kasutatavust kuni 50 protsendise taseme juures. See on meie hinnangul maksimumvärtus. Me jätkame oma uuringuid, sest probleem CO₂ emissiooni kahandamiseks betoonivaldkonnas vajab tõhusaid lahendusi."

Eraldi uurimissuund on leida lahendused madala CO₂ emissiooniga tsemendi tootmiseks ilma šlakki kasutamata, sest varem või hiljem see tooraine lõpeb, kuna terasetootmist kujundatakse ümber. See on vältimatu, nii tuleb meil leida lahendused. Välja on vaja töötada ka madala emissiooniga tsemendi arendamiseks vajalikud standardid, sihttasemed, samuti emissioonikalkulaatori kasutuselevõtt.

Üks paljutootav suund on ehitise projekteerimisel näha ette ehitise eri osade jaoks erineva koostisega betooni kasutamist. Ja lisaks – kogu eelnev teadmine vajab ja leiab rakendamist ka eelvalatud raudbetoondetailide puhul. Praegu on sel alal teatavat ebamäärasust, sest EPD-d (keskkonnadeklaratsioonid) ei ole võrreldavad.

"Kokkuvõttes võin öelda: üht suurt ja head, n-ö hõbekuuli pole leitud, meie uurimistöö näitab lausa kümmet eri teed emissiooni kahandamisel. Samas, kõigile peaks olema selge, et me peame sel alal aktiivselt tegutsema, enne kui on liiga hilja. Jah, mõnes riigis on betooni CO₂ emissioonide piiramisega kaugemale jõutud, aga ma arvan, et on veel palju teha. Mõnes riigis võib olla isegi hilja peale jäänud," tõmbas professor Jouni Punkki betooni CO₂ emissiooni kahandamise Soome praeguse praktika ja uurimistööalased kogemused kokku. **E**

Ettekanne Eesti Betooniühingu korraldatud Betoonipäeval 26. märtsil 2024 Tallinnas.

INB!

Loe lisaks:

Ajakiri Ehitaja avaldas 2022. aasta augustis professor Jouni Punkki artikli "Betooni sideained tulevikus" (vt Ehitaja, nr 8, 2022, lk 36–42).

Development of Low-Carbon concrete in Finland
Professor Jouni Punkki,
Aalto ülikool, Soome