

Teekaart **betooni** süsinikuneutraalsuse

Kliimamuutuste põhjustatud äärmuslike ilmastikunähtuste sagenemise ajastul peavad tööstus ja valitsus leidma delikaatse tasakaalu: kuidas ehitada lühiajaliselt uut taristut, mis oleks pikemas perspektiivis jätkusuutlik ja vähendaks samal ajal süsinikuheidet.

RICK BOHAN

USA Portlandtsemendi Assotsiatsiooni asepresident

Maailma kõige laialdasemalt kasutataval materjalil betoonil on ainulaadne võime mastaapselt täita nii taristu kui ka jätkusuutlikkuse nõudeid.

Uus väljakutse ilmneb nüüd, mil äärmuslike ilmastikutingimustega seotud iga-aastased kulud ulatuvad sadadesse miljarditesse dollaritesse, kuid betoon on juba ammu tõestanud oma väärtust vastupidava ja praktilise materjalina. Olles vastupidav äärmuslikele temperatuuridele ja ilmastikule, on betoon praktiliselt hooldusvaba. Tsemenditootmine on küll energiamahukas protsess, kuid kogu väärtusahelas on olemas tõestatud lahendused tsemenditootmise CO₂-heite vähendamiseks.

Portlandtsemendi Assotsiatsioon (ingl *Portland Cement Association, PCA*), mis esindab enamikku USA tsemendi tootmisvõimsusest ja tootjatest, avaldas 2021. aasta lõpus oma tegevuskava süsinikuneutraalsuse saavutamiseks. Ambitsioonika ja kaugeulatuva strateegia eesmärk on saavutada 2050. aastaks süsinikuneutraalsus kogu tsemendi, betooni ja ehituse väärtusahelas. Selles teekaardis kavandab PCA kurssi CO₂-heite vähendamiseks ja netonullini jõudmiseks, rahuldades samal ajal kasvavat nõudlust ohutu,

Sissejuhatus eestikeelsele tõlkele

Artikkel annab hea ülevaate, milline on maailma juhtriigi USA tsemendi- ja betoonitööstuse lähemate aastakümnete teekaart, saavutamaks sektori süsinikuneutraalsust. Küllap on meilgi sellest palju õppida ja õppust võtta.

Toomas Vainola

Eesti Betooniühingu tegevjuht

jätkusuutliku ja vastupidava taristu järele, mis peab vastu kliimaga seotud ilmastikunähtuste raevule.

Betooni tarbimine on tõusuteel. 2020. aastal kasutati USAs 378 miljonit kuupmeetrit betooni. See arv kasvas prognooside kohaselt 2021. aastal 3,5% võrra – 391 miljoni kuupmeetri. 2021. aasta novembris vastu võetud kaheparteilises infrastruktuuriseaduses välja kuulutatud kulutused peaksid programmi kehtivusaja jooksul lisama veel 180 miljonit kuupmeetrit.

PCA tegevuskava ilmub ajal, mil föderaalised, riiklikud ja kohalikud asutused valmistuvad riigi teede ning sildade pikaajaliseks ja ulatuslikuks uuendamiseks. Kehvade teekatete taastamine lubab mitte ainult parandada meie teid, vaid ka säästa kütust ja vähendada drastiliselt CO₂-heitkoguseid. Ainuüksi kaubaveo sektoris võib kõvem teekate tuua kaasa kuni 3% kütusesäästu, mis tähendab 2 miljonit tonni CO₂ säästu aastas.

Tsemendi väärtusahela dekarboniseerimine

Betooni elutsükli igas etapis, alates tsemendi tootmisest kuni lõpliku taaskasutamise ja ringlussevõtuni,

pakub PCA tegevuskava võimalusi, strateegiaid ja lahendusi CO₂-heite vähendamiseks ning süsinikdioksiidi neutraalsuse saavutamiseks. Et saavutada 2050. aastaks nullilähedane süsinikdioksiidiheide, on tegevuskavas esitatud strateegiad kolmes erinevas etapis: tootmine tsemenditehases, ehitus alates ideest kuni rakendamiseni ning taristu kasutamisest tulenev igapäevane mõju. Igas nimetatud etapis on tegevuskavas määratletud viis peamist võimalust ja koostöövaldkonda: **klinker, tsement, betoon, ehitus ja karboniseerumine.**

Praegu ei ole ühtegi tehnoloogiat, protsessi või toodet, mis suudaks tsemendi- ja betoonitööstust süsinikdioksiidneutraalseks muuta. Hõbekuulikesi ei ole olemas, kuid isegi kui oleks, ei suudaks need ikkagi lahendada ehituskeskkonnast tulenevat CO₂ mõju. Süsteemiülene lähenemisviis, mis hõlmab sidusrühmi kogu väärtusahelas, on ainus elujõuline lähenemisviis süsinikuneutraalsuse saavutamiseks.

On väga oluline, et tegevuskava mitut sidusrühma hõlmava lähenemisviisi edu võib anda teed teistele tööstusharudele nende kliimameetmete väljatöötamisel – ja nende reageeringu väljatöötamine osutub eluliselt tähtsaks, kuna triljoni dollari suurune infrastruktuuri seaduseelnõu pakub võimalusi tööstuse kiireks kasvuks. Tsemendi- ja betoonitööstus on kliimaküsimustes pikka aega ees olnud: tsemenditööstus oli üks esimestest, kes 1990ndate keskel kliimaprobleeme tunnistas, vähendas koos üldise energiatarbimisega ka süsinikdioksiidi intensiivsust 11,9% võrra, suurendades samal ajal toodangut. Keskkonnakaitseameti andmetel on tsemenditehased vähendanud energiaga seotud süsinikdioksiidi heitkoguseid

1,5 miljoni tonni võrra aastas ning tsemenditööstus on vastutav vaid 1,25% USA tööstuslike CO₂-heitekoguste eest.

Kuid selle asemel, et leppida *status quo*-ga, on tsemenditööstus sunnitud võtma juhtrolli ja vähendada heitkoguseid veelgi. Eriti arvestades seda, et ehitussektoris on oodata märkimisväärset kasvut. Prognooside kohaselt lisandub USAs 2050. aastaks veel 121 miljardit ruutmeetrit hooneid, mis võrdu näiteks sellega, et järgmise 20 aasta jooksul ehitatakse igal aastal uus New Yorgi linn. Loomulikult ei ole siin arvestatud nende triljonite dollaritega, mida riik kavatseb kulutada kasvavate linnade kriitilise taristu ajakohastamiseks, olemasolevate teede ja sildade taastamiseks ning ehitustegevuse laiendamiseks.

Tegevuskavas on esitatud lähi, kesk- ja pikaajalised lahendused süsinikdioksiidi neutraalsuse suunas liikumiseks. Igal väärtusahela lülil ja etapil on oma konkreetne roll ning võimalused heitkoguste vähendamisel. Kõigis viies kriitilises etapis olevad võimalused, alates klinkrist kuni karboniseerumiseni, võivad üheskoos vähendada CO₂-heitkoguseid, luues samal ajal hoonestatud keskkonna, mis on jätkusuutlikum ja vastupidavam, ning kokkuvõttes aitavad taaskasutamise ja ringlussevõtu parandamise kaudu kaasa ringmajandusele.

Klinkri koostise ja tootmise optimeerimise, tsemendi koostisosade täiustamisega süsinikuintensiivsuse vähendamiseks, betoonisegude lõpmatute võimaluste uurimisega, projekteerimise ja ehitamise võimaluste kirjeldamise ning süsinikdioksiidi neeldumise loomulikust protsessist tuleneva kasu mõõtmisega saab tsemendi- ja betoonitööstus jätkata selle elutähtsa materjali tarnimist, liikudes samal ajal süsinikuneutraalsuse poole.

Teekatte optimeerimine elutsükli jooksul tekkivate heitkoguste vähendamiseks

Süsinikuneutraalsuse ühine saavutamine kogu betooni väärtusahelas

nõuab uuendusi ja kaasamist igal sammul. Selle eesmärgi saavutamisele aitab kaasa projekteerimise optimeerimine ja vähem süsinikdioksiidiheiteid tekitavate sisendite kasutamine.

Näiteks on konstruktsioonide optimeerimine madalaima elutsükliga seotud heitkoguste saavutamiseks eriti oluline betooniteede ehitamisel. Jäigemate teekatete ja siledamate pindadega betooniteed vähendavad liigset kütusekulu ja säästavad seejuures miljoneid tonne CO₂. Lisaks sellele kestavad betoonkatted tänu oma tugevusele ja vastupidavusele kauem ning vajavad elutsükli jooksul palju vähem hooldust kui asfaltkatted.

Neid eeliseid saab mitmekordistada projekti elutsükli jooksul, kui kasutada vähem süsinikku sisaldavaid tsemendivalikuid. Tegevuskavas on esile toodud lubjakivist portlandtsementi (PLC) kui eriti mõjuvat valikut. Euroopas üle 40 aasta kasutatud PLC võib kohe- selt vähendada heitkoguseid 10% võrra. PLC kasutamine, lisaks uematele madala süsinikusisaldusega tsemendisegudele, lubab koheselt

toodetele, nagu portlandtsement.

Projekteerimise optimeerimine ulatub lisaks teedele ka konstruktsioonide ja hooneteni, mille puhul tuleb lähtuda tahtlikust ja terviklikust lähenemisviisist, selle asemel, et võtta vaikimisi kasutusele *status quo*, mis toidab institutsionaalset inertsust. Kui näiteks hoone või struktuur peaks kestma aastakümneid, toetab tegevuskava selle planeerimist – alates materjalidest ja energiakasutusest kuni projekteerimise ja ehitamiseni ning lõpetades struktuuri optimeerimiseni. Nende eeliste saavutamine lühiajalises perspektiivis nõuab koostööd kogu väärtusahela ulatuses, kuid toob kaasa pikaajalise kasu energia- ja heitkoguste osas.

Vähendamise saavutamine tootmisahela alguses

Enne tegevuskavani jõudmist võtavad tsemenditootjad kasutusele mitmesuguseid meetmeid, et vähendada heitkoguseid tsemenditehases endas. Keskkonnasäästlikuma toote pakkumiseks on tsemenditootjad juba hakanud

Tsemenditootmise väärtusahel



vähendada heitkoguseid, kui nõudlus uue ehituse järele kasvab.

Tööstus eeldab, et portlandtsement moodustab 2040. aastaks 36% kogu tsemendist, mis tähendab kasutustaseme saavutamisel märkimisväärset heitkoguste kokkuhoidu. Laiemamahulisem PLC heakskiit vähendaks heitkoguseid veelgi. Selleks on aga vaja muuta nii avaliku kui ka erasektori hankepoliitikat, mis on mõnel juhul liiga ettekirjutatud või piirav. Üleminekul tulemuspõhistele materjali- ja konstruktsioonistandarditele saavad poliitikakujundajad suurendada turgu kaubanduslikult saadaolevatele kõrgtehnoloogilistele ja väiksema süsinikusisaldusega

rakendama tegevuskava soovitusi, juhtides üleminekut süsinikuneutraalsusele laiemas väärtusahelas.

Tsemenditootmine on endiselt kõige energiamahukam protsess, kuna lubjakivi ja muu tooraine kuumutatakse lõpptoote valmistamiseks umbes 1500 kraadini. Kui- gi uuem tsemenditootmise tehnoloogia läheneb kiiresti teoreetilise efektiivsuse piiridele, saab protsessi veelgi optimeerida, saavutades kasu peamiselt kütusesäästlikkuses. Lisaks on veel võimalusi CO₂ vähendamiseks energiakasutuse optimeerimise, puhtamate kütuste ning süsinikdioksiidi kogumise, kasutamise ja säilitamise tehnoloogiate (CCUS) kasutamise kaudu.

Alustuseks, tsemendi tootmisel kasutatava lubjakivi kuumutamine tekitab CO₂, kuid nende heitkoguste vähendamiseks saavad tootjad asendada kasutamata materjalid, nagu lubjakivi, juba dekarboniseeritud toorainega, luues sellega sisuliselt ringikujulise väärtusahela. Esmase tooraine asemel on dekarboniseeritud materjalid juba töödeldud, nii et need ei sisalda enam CO₂. Dekarboniseeritud tooraine moodustab praegu vähem kui 5% tsemenditootjate toorainest. Õige tegutsemisviisi abil saaks seda kogust kahekordistada, nii et tööstus seab eesmärgiks saavutada 2050. aastaks 10%-lise tõusu.

Kuna tsemenditootmine on kõrge temperatuuriga püroprotsess, mis nõuab vajaliku temperatuuri saavutamiseks põletamist, võivad alternatiivsed kütused traditsiooniliste fossiilsete kütuste, nagu kivisüsi ja naftakoks, asemel vähendada CO₂-heitkoguseid selles tootmise põhietapis. Kivisüsi ja naftakoks moodustavad 60% praegusest kütusesegust, kuid tööstus soovib seda kogust viiekordselt vähendada, et 2050. aastaks ei kasutataks rohkem kui 10% kivisütt ega naftakoksi. Üheks võimaluseks on üleminek maagaasile, mis lühiajaliselt vähendab CO₂-heitkoguseid 2% võrra, kuid biomassi ja jäätmetest saadud kütuste suurem kasutamine viitab pikemaajalisele, vähem süsihappegaasi tekitavale lahendusele. Õigete poliitikameetmete ja õigusnormide korral võivad alternatiivsed kütused moodustada 50% tööstuse kütusevalikust.

Edaspidi on CCUS-tehnoloogial potentsiaali kõige suuremaks heitkoguste vähendamiseks tööstusharus. CCUS-tehnoloogia suudab koguda kuni 90% protsessi ja põletamise käigus tekkivatest heitkogustest ning tasakaalustab neid muidu mittevähendatavaid protsessi käigus tekkivaid heiteid. See tehnoloogia on jätkusuutliku tootmise tuleviku jaoks usumatu edasimineku ja seda saab rakendada paljudes tööstusharudes väljaspool tsemendisektorit. Selle tehnoloogia mastaapseks muutmiseks nõuab intensiivset uurimis- ja arendus-

tegevust ning kuigi see ei juhtu lühiajaliselt, ei juhtu see ka pikas perspektiivis, kui me ei alusta vajalikke teadusuuringuid juba täna.

Ühiskond vajab betooni, betoon vajab ühiskonda

Kogu ehitatud keskkonnas on betooni eelised selged. Betoon on vastupidav materjal, mis ei roosteta, mädane ega põle; pikemas perspektiivis säästab see aega, energiat ja ressursse, mida oleks vaja kahjustatud infrastruktuuri parandamiseks. Lisaks sellele ei oleks betooniteede ja taristu vastupidavuse tõttu vaja täiendavaid süsinikdioksiidi heitkoguseid, et toota täiendavaid remondimaterjale.

Meie muutuva kliima konteksts-

siooni (PCA) tegevuskava hetkeoline olukord mitte ainult ei näita samme, mida tsemenditootjad on juba alustanud, vaid ka seda, et süsinikuneutraalsus kogu betooni väärtusahelas nõuab, et kõik sidusrühmad osaleksid protsessis – alates inseneridest ja projekteerijatest, kes optimeerivad betooni kasutamist, kuni praeguste sõidukiparkide asendamiseni heitevabade alternatiividega.

See nõuab ka julgeid poliitilisi meetmeid föderaalset, riiklikul ja kohalikul tasandil. Teadus- ja arendustegevusse tehtavate investeeringute kiirendamine süsinikuneutraalsuse suunas liikumiseks, näiteks süsinikdioksiidi heite- ja ülekanderõhu tehnoloogia, on

Lähi-, kesk- ja pikaajalised lahendused



tis on see vastupidavus kriitilise tähtsusega. Iga vastupidavale ehitusele kulutatud dollari eest saab 6 dollarit säästa taastamiskuludelt. Ja kuna NOAA andmed näitavad, et sellised äärmuslikud ilmastikunähtused muutuvad üha sagedasemaks, on betoonist ehitamine kulutasuvam viis maksumaksja raha kulutamiseks vastupidavale infrastruktuurile.

Tee või muude rajatiste eluea jooksul võib palju muutuda. Materjalide hinnad võivad kõikuda, hoolduseelarveid võidakse kärpida ja liikluskoormus võib suurened. Kui me lisame kliimamuutused sellele ebakindlate asjaolude loetelule, saab betooni kasutamisega käsitleda neid muutujaid ja vähendada nende mõju – ja PCA esitatud tegevuskava abil saab neid juhtida, vähendades samal ajal betooni väärtusahela CO₂-heitkoguseid nullini.

Portlandtsemendi Assotsiat-

kriitilise tähtsusega, nagu ka reguleerimise, asukoha määramise ja lubade andmise tõhustamine. Hankedstandardite ja muu poliitika väljatöötamisel tuleb arvesse võtta kogu toote, materjali ja hoone elutsüklit ning rakendada tuleks ka tööstusharu krediiti ja tunnustust heitkoguste vähendamise eest. Peale nende ilmsete poliitiliste meetmete peab lisaks muudele uuendustele kogu väärtusahelas toimuma ka alternatiivsete madalama süsinikuheitega tsementide ja betooni aktsepteerimine turul ning kogukonnas, kui soovitakse saavutada 2050. aastaks nullilähedane eesmärk.

Lõppkokkuvõttes on Portlandtsemendi Assotsiatsiooni (PCA) tegevuskava realistlik edasimineku tee, mis nõuab sidusrühmade kaasamist ja rakendamist kogu väärtusahelas. PCA võtab uhkusega juhtrolli ja näitab teed edasi. **E**

ILMUNUD ORIGINAALIS AJAKIRJAS ROADS & BRIDGES, APRILL 2022.

EESTI KEELDE TÖLKINUD KAAREL ORASTE JA MARJE PADDAR, IN NOMINE