

Kaip surišti natūralų akmenį ir pagaminti jam analogišką ekologišką dirbtinį

Raimundas Šiaučiūnas

Visais laikais žmonės norėjo gyventi tvirtuose, patikimuose ir ilgaamžiuose pastatuose, juose melstis ar gintis nuo priešų. Tai galėjo užtikrinti tik natūralus, o vėliau – ir dirbtinas akmuo. Tačiau daugelį šimtmečių išliko esminė problema – kaip tuos gaminius sujungti tarpusavyje.

Priešistorinės konstrukcijos buvo sudarytos iš supiltų žemės pylimų arba iš akmens blokų, sudėtų vieni ant kitų be jokios cementuojančios medžiagos. Pirmieji mūrijimo pavyzdžiai aptinkami senovės Egipto statiniuose iš blokų. Kiekviena jų eilė buvo surišama drėgnu priemoliu (Nilo purvu). Tokia konstrukcija yra patikima tik nelietingo klimato zonoje, nors jos elementai miestuose prie Persijos įlankos išliko iki mūsų laikų. Pirmosios degtos plytos buvo naudojamos babiloniečių ir asirų, o surišamos – šiame regione randamu bitumu. Tačiau šis metodas negalėjo būti taikomas kitose šalyse, nes jose nebuvo natūralaus bitumo.

Pirmosios dirbtinės rišamosios medžiagos buvo gipsas ir orinės kalkės. Egipte cementuojančią medžiagą gaudavo degdami gipsą. Kalkes pirmieji pradėjo naudoti graikai, anksčiausiai – Kretoje (nuotrauka). Mūsų eros pradžioje visuomenės nebetenkino tokios medžiagos. Senovės Romoje rišamasis skiedinys jau buvo ruošiamas šiuolaikiškai, degant kalkes ir jas maišant su smėliu. Ir graikai, ir romėnai žinojo, kad vulkaninės nuogulos, susmulkintos ir sumaišytos su degtomis kalkėmis bei smėliu, padaro cementinį skiedinį ypač stipriu ir atspariu atmosferos bei jūros vandens poveikiui. Graikai šiam tikslui naudojo vulkaninį tufą iš Santorino salos, o romėnai – iš Pocuolio (Pozzuoli) miesto apylinkių. Naujos pucolaninės rišamosios medžiagos leido pastatyti Romos Panteoną su pirmuoju kupolu pasaulyje (nuotrauka).



Knoso rūmų griuvėsiai Kretoje, statyti iš blokų. 1700 m. pr. Kr.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Knossos_-_03.jpg



Panteono kupolas, nuo artimų namų stogų. Roma.
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pantheon_Rome-The_Dome.jpg

Žlugus Romos imperijai, jos patirtis buvo pamiršta. Tik 1796 m. buvo sukurtas naujas cementas, kurį dėl hidraulinų savybių pavadino romancemenčiu, nors jis ir neprilygo Romos imperijos laikų skiedinio kokybei. Tačiau atėjo 1824 m., kai anglui Džozefui Aspdinui (Joseph Aspdin) buvo išduotas Didžiosios Britanijos patentas Nr. 5022. Pagal jį, rišamoji medžiaga turi būti gaminama iš molio ir klintimi grįsto kelio dulkių. Išradėjas ją pavadino portlandcemenčiu, nes sukietėjusi savo spalva ir stiprumu buvo labai panaši į natūralią uolieną, randamą Anglijoje prie Portlendo miesto. Pirmasis portlandcemenčio gamybos fabrikas Anglijoje buvo pastatytas 1825 m. Taip buvo pradėti gaminti pilki milteliai, kurie vieninteliai iš visų žinomų medžiagų, sumaišyti su vandeniu, kažkodėl sukietėja ir įgyja akmens stiprumą.

Maždaug nuo 1860 m. prasidėjo pusantrų šimtmečio trukusi beprotiška plėtra. Portlandcementis tapo populiariausia rišamąja medžiaga ir svarbiausia betono sudedamąja dalimi. Šiuo metu pasaulinė šio produkto gamyba siekia 5 mlrd.t/m, t. y. daugiau, negu visų kitų dirbtinių medžiagų, kartu sudėjus. Jis yra antras, po vandens, Žemės gyventojų vartojamas produktas.

Tačiau dėl klimato kaitos portlandcemenčio pramonė susiduria su nemažai problemų. Pirmoji: dėl didžiulės apimties jį gaminančių įmonių energijos sąnaudos sudaro net 12–15 proc. bendro pasaulio pramonės suvartojamo energijos kiekio, nes reikia ~110 kWh elektros energijos 1 t produkto pagaminti; du trečdaliai šios energijos sunaudojami 1450 °C temperatūroje degant rišamosios medžiagos klinkerį. Antroji svarbi problema yra dideli žalingų, šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos mastai: išmetama ~5 proc. viso žmonijos generuojamo CO₂, nes gaminant 1 t portlandcemenčio, išskiriama net 0,9 t CO₂. Prognozuojama, kad metinė pasaulinė šios pramonės CO₂ emisija 2050 m. pasieks 3,7–4,4 mlrd. t. Jei cemento pramonė būtų valstybė, tai pagal CO₂ išmetimą užimtų trečią vietą pasaulyje – po JAV ir Kinijos.

Šios problemos verčia mokslininkus aktyviai ieškoti sprendimų, kurie bent iš dalies sumažintų jų neigiamą poveikį. Paieškų kryptis pasaulyje galima suskirstyti į kelias svarbiausias grupes: inžineriniai sprendimai; alternatyvaus kuro ir žaliavų naudojimas; naujų rišamųjų medžiagų kūrimas. Cemento pramonė technologijoms tobulinti skyrė milžiniškas lėšas ir bent jau šiandien papildomos investicijos ekonomiškai nebeapsimoka. Pastaraisiais metais dėmesys koncentruojamas naujoms medžiagoms kurti.

Galima drąsiai pasakyti, kad Studijų, mokslo ir verslo centro „Santaka“ kūrimo Kaune sėkmės istorija sudarė puikias sąlygas Kauno technologijos universiteto Silikatų technologijos katedros mokslininkams įsitraukti į šiuos procesus. Mes apie 15 metų glaudžiai bendradarbiaujame su Miuncheno technikos universitetu (QS₂₀₁₉ reitinge pasaulyje – 44 vieta), ten po tris šešis mėnesius stažavosi per 10 katedros doktorantų ir magistrantų. Jau prieš penkerius metus, atvykę į svečius, kolegos pareiškė: žinote, šiandien Jūs turite geresnę eksperimentinę ir analitinę įrangą, nei mes. Bet svarbiausia, turime smalsių ir mėstančių jaunujų tyrėjų bei doktorantų, kurie daug kartų tapo įvairių Lietuvos mokslų akademijos premijų ir stipendijų laureatais.

Pagrindinė (bet toli gražu ne vienintelė) kryptis – alternatyvios portlandcemenčiui, CO₂ aplinkoje, o ne vandenyje, kietėjančios rišamosios medžiagos iš kalcio silikatų – rankinito ir volastonito, sintezė bei savybių tyrimas. Šie tyrimai jungia keturis aplinkai draugiškus aspektus: 1) CO₂ emisijos (~30 proc.) sumažinimas, nes žaliavų mišinyje reikia 1,5–2 kartus mažiau CaCO₃; 2) energijos taupymas, nes rišamoji medžiaga degama ~250 °C žemesnėje temperatūroje; 3) CO₂ sujungimas į kalcitą kietėjančio betono struktūroje (1 t cemento sujungia ~300 kg CO₂); 4) aplinkai kenksmingų pramonės atliekų utilizavimas.

Atmosferos sąlygomis portlandcemenčio betonas reaguoja su ore esančiu CO₂, sudarydamas kalcitą ir taip jį utilizuoja. Apie 19 proc. cemento gamybos metu susidarancio CO₂ betonas absorbuoja per savo gyvavimo ciklą. Deja, dėl mažos CO₂ koncentracijos atmosferoje (0,04 proc.), natūralus karbonizacijos procesas yra labai lėtas – apie 1 mm/m. Gerokai efektyvesnė yra pagreitinta karbonizacija, kuri vykdoma 10–15 bar slėgio CO₂ aplinkoje. Jos metu gaminiai labai greitai, vos per keletą valandų, įgauna tokį patį, arba netgi geresnį, nei įprasti betonai, stiprumą. Ilginant karbonizacijos trukmę iki 24 val. jis nuosekliai didėja, nes susidaręs CaCO₃ sutankina struktūrą. Dėl šios priežasties taip pat padidėja betono ilgaamžiškumas, sumažėja vandens įmirkis, išauga atsparumas rūgštims.

Šiuo metu pasaulyje veikia vienintelė (JAV, nuo 2019 m.) „LafargeHolcim“ kompanijos bandomoji gamykla, kuri išleidžia produkciją su „Solidia“ prekiniu ženklu (nuotraukos). Jų patirtis parodė, kad gamybos technologiniam procesui nereikia nei specializuotos įrangos, nei papildomų įrenginių ar operacijų, o esamas įprastinio cemento gamykla galima naudoti be jokių modifikacijų. Ši rišamoji

medžiaga gali būti gaminama bet kurioje pasaulio vietoje, kur gaminamas portlandcementis. Vienintelis skirtumas – betono dirbiniai kietinami ne natūraliai ar garinimo kameroje, o autoklavuose. Apibendrinant galima pasakyti, kad „Solidia“ cemento gamybos ir eksploatacijos metu CO₂ emisija į aplinką sumažėja ~70 proc., palyginti su portlandcemenčiu. Dar vienas privalumas – iš šio cemento galima gaminti spalvotus, įvairaus dydžio gaminius.



Solidia Technologies gamykla ir jos produktai

<https://www.designindaba.com/articles/creative-work/reducing-carbon-footprint-built-world-solidia-technologies>



Manau, kad CO₂ aplinkoje kietėjančių cementų kelias į rinką nebus labai paprastas, nes tai susiję su didžiųjų tarptautinių korporacijų interesais. Jis labai priklausys ir nuo pasaulio valstybių požiūrio į klimato kaitą sukeliančias problemas. Bet ne taip seniai obuolius išlaikydavome geriausiu atveju iki šv. Velykų. Dabar, įrengus CO₂ užpildytas saugyklas, juos galime laikyti metus ar dvejus, neprarasdami nei skonio, nei maistinių savybių – kai nėra deguonies, obuolys nepūva.

2020 m. balandžio 23 d.