

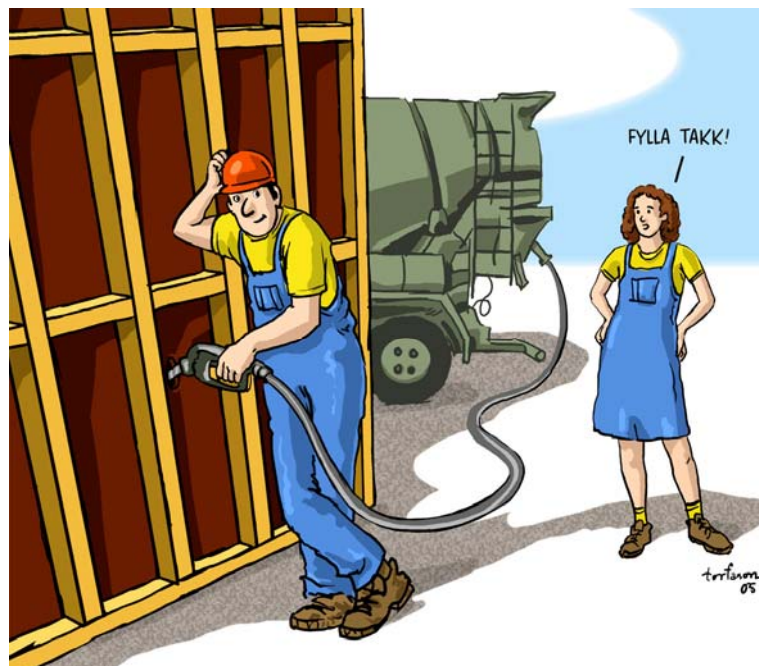
Umhverfisvæn steinsteypa

Ólafur H. Wallevik, Björn Hjartarson
Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins

Inngangur

Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins vinnur sem stendur þriggja ára verkefni undir heitinu *Umhverfisvæn steinsteypa*. Markmiðið er að þróa steinsteypu sem inniheldur mun minna sement en nú tíðkast í steypuframleiðslu án þess þó að skerða gæði steypunnar, þ.á.m. styrk hennar. Á þennan hátt má minnka losun á óæskilegum gróðurhúsalofttegundum (við framleiðslu eins tonns af sementi myndast tæpt tonn af gróðurhúsalofttegundum, mest CO₂) sem er brýnt viðfangsefni vegna Kyoto sáttmálans. Hugmyndin, sem er ný, er byggð á flotfræði (e. rheology) og er afsprengi tækni sem er notuð við hönnun sjálfútleggjandi steinsteypu ásamt notkun íblöndunarefna svo sem flotefna og þykkingarefna (stabilizers or viscosity modifying agents). Aðrar aðferðir eru þekktar og hafa verið reyndar, svo sem íblöndun flugösku og gjalls, en með misjöfnum árangri m.t.t. hagræðingar og gæða. Kísilryk virðist þó alltaf leiða til gæðaaukningar. Verkefnið er fjármagnað af Rannís og átta aðilum þar af fimm erlendum.

Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins hefur getið sér gott orð víða um heim fyrir þekkingu sína á flotfræði, sem er öflugt verkfæri við hönnun steypu, sér í lagi þegar nýjungar í steypugerð eru annars vegar. Sömuleiðis býr stofnunin yfir mikilli þekkingu á virkni íblöndunarefna í sementsbundnum efnum, og vísindunum að baki sjálfútleggjandi steinsteypu (SÚL). Í þessu verkefni verður allt þetta hagnýtt til að bæta og hagræða í framleiðslu á hefðbundinni steypu, auk kunnáttu sem hefur áunnist með þróunarvinnu á sjálfútleggjandi hágæðasteinsteypu.



Mynd 1. Umhverfisvæna steinsteypan (Eco-SCC) á að vera auðveld í niðurlögn.

Markmið

Helstu markmið verkefnisins eru að:

- minnka sementsinnihald steinsteypu um allt að þriðjung
- minnka losun gróðurhúsalofttegunda
- minnka efniskostnað steinsteypu án þess að minnka gæði
- minnka rýrnun og þar með hættu á sprungumyndun í steypum mannvirkjum

Auk þess sem umhverfissvæn steinsteypa verður sementsminni og þar af leiðandi hagkvæmari verður hún einnig þjálfi í niðurlögn (vinnanlegri). Með minna sementsinnihaldi minnkar hættu á sprungumyndun og síðast en ekki síst; losun gróðurhúsalofttegunda minnkar í réttu hlutfalli við sementssparnaðinn. Þá eru ótaldar aukaafurðir verkefnisins:

- Með aukinni þjálfni minnkar hættu á göllum í niðurlögn (steypuhreiðrum).
- Í tengslum við verkefnið verða tvær nýjar steypugerðir skilgreindar og þróaðar; „semi-self compacting concrete“ og „easy-compacting concrete“ sem báðar eru einkonar millistig sjálfútleggjandi steypu og hefðbundinnar steypu hvað þjálfni snertir.

Ávinningur og ókostir

Yfir 60% af sementi er CaO og það fæst við að brenna CaCO₃ (við ~1200 °C). Við það myndast álíka mikið magn af CO₂ (sem fer út í andrúmsloftið) eins og af CaO (sem fer í sementið). Þar að auki myndast mikið magn af gróðurhúsalofttegundum við sementsgerð vegna olíubrennslu (því miður hefur rafmagn ekki verið talinn fýsilegur kostur vegna tækniörðugleika og því er notuð olía, kol og ýmiss úrgangur við brennslu). Að öllu samanlögðu myndast tæpt tonn af gróðurhúsalofttegundum fyrir hvert tonn af sementi sem er framleitt. Sem dæmi má nefna að um 100.000 tonnum af gróðurhúsalofttegundum var sleppt út í andrúmsloftið bara vegna sementsins sem var notað í Kárahnjúkavirkjun.

Vegna Kyoto sáttmálans mun sementsverð líklega hækka verulega næstu árin þar sem skattur á CO₂ (umfram kvóta) verður langt umfram beinan framleiðslukostnað á sementsgjalli (klinker). Því fylgir veruleg hagræðing fyrir byggingariðnaðinn ef hægt verður að minnka sementsmagn í steypu í kringum 30% að jafnaði og jafnframt minnkar losun gróðurhúsalofttegunda álíka mikið.

Vert er að nefna að myndun CO₂ vegna sementsframleiðslu á Íslandi er mjög lítil í samanburði við það sem kemur frá fiskveiðiflotanum t.d.

Ókostir við umhverfissvæna steinsteypu eru vandséðir. Líklega mun umhverfissvæn steinsteypa kosta álíka mikið í framleiðslu og hefðbundin steypa, en heldur ekki meira. Hún kynni að gera meiri kröfur til fylliefna (sem er þó mikill kostur varðandi gæði steinsteypu) en nú tíðkast, sem gæti valdið erfiðleikum fyrir einstaka fylliefnisframleiðanda. Einnig er hugsanlegt að sú staða komi upp (vegna Kyoto sáttmálans) að sement versnaði til muna vegna kröfu um sparnað í framleiðsluferli sementsins. Fari svo kynni það að draga verulega úr möguleikum á að minnka hlutfall sements í steypunni. Þá yrði sennilega að ráði að nota öflugri og ef til vill fjölvirkari íblöndunarefni.

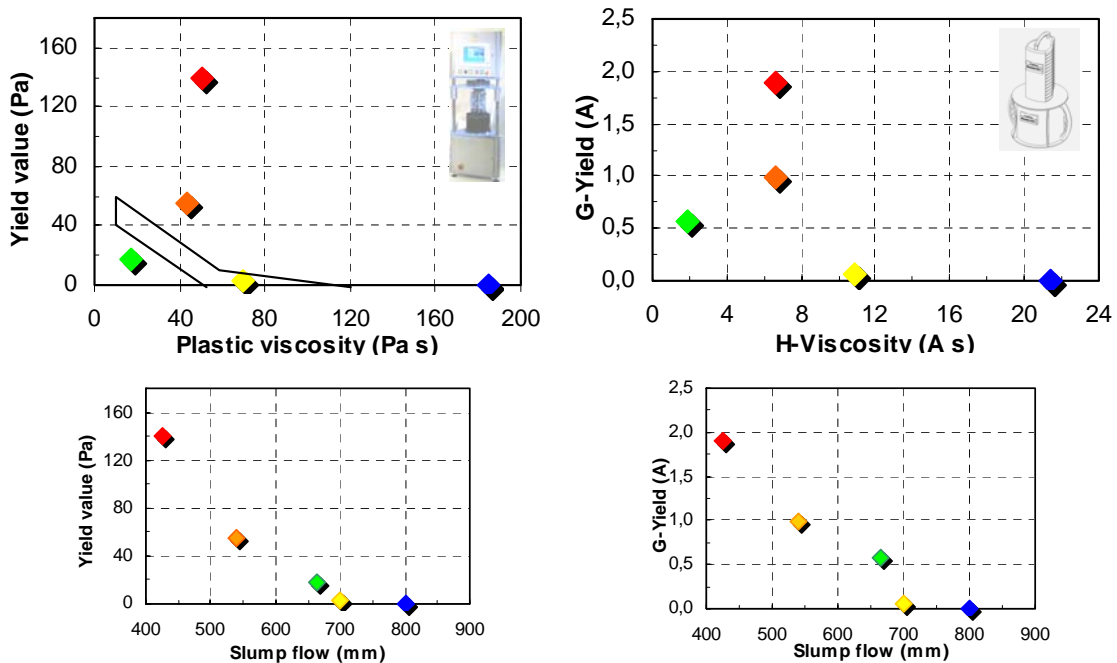
Ávinningur samfélagsins, ef markmiðin nást, verður ný gerð steinsteypu sem hefur minni loftmengun í för með sér, er þjálfi í meðförum og niðurlögn, hagkvæmari í notkun og minnkar hættu á sprungumyndun (vegna lægra sementshlutfalls). Og ekki má gleyma uppeldi á vísindamönnum í steypufræðum.

Árangur til þessa

Um þessar mundir hefur verið unnið að verkefninu í eitt ár. Á þessu tímabili hefur verið unnið að nokkrum þáttum samtímis:

- Hanna tilraunaforskrift að umhverfisvænni steinsteypu til að sýna fram á að hugmyndin sé framkvæmanleg
- Leita að heppilegum þykkingarefnum (stabilizers) til nota í umhverfisvæna steinsteypu
- Leita að heppilegum flotefnum (dispersing admixtures) til nota í umhverfisvæna steinsteypu
- Hanna trausta (robust) forskrift að umhverfisvænni steinsteypu
- Hanna forskrift að „Eco-Crete“, steypugerð sem er byggð á hugmyndafræði umhverfisvænnar steinsteypu en með lágu sementsinnihaldi og ætlað að koma í stað hefðbundinnar, titraðrar steinsteypu.

Forskriftir að sjálfútleggjandi steinsteypu eru talsvert mismunandi eftir löndum, einkum fínefnainnihald sem hefur mikil áhrif á eiginleika hennar. Sjálfútleggjandi steypugerðir eftir fimm mismunandi forskriftum, með forskriftir ýmissa landa að fyrirmynd, hafa verið blandaðar og prófaðar. Markmiðið var að bera saman flotfræðilega eiginleika sjálfútleggjandi steinsteypu frá ýmsum löndum og nota niðurstöðurnar til að nálgast skynsamlega tillögu að umhverfisvænni steypu. Blöndurnar reyndust hafa mjög mismunandi eiginleika eins og mynd 2 sýnir.



Mynd 2. Flotfræðilegir eiginleikar sjálfútleggjandi steypu, gerðri eftir forskriftum frá ýmsum löndum.

Tilraunaforskrift að umhverfisvænni steypu (Eco-SCC) hefur þegar verið hönnuð. Hún hefur verið reynd í framkvæmd; nokkur þúsund rúmmetrar voru blandaðir og steypdir kringum aðrennslispípur Kárahnjúkavirkjunar. Forskriftin er þó ekki traust (robust) því svipuð forskrift var reynd í steypustöð í Reykjavík án árangurs. Þá reyndist steypunni hætt við aðskilnaði þegar henni var dælt í mótin, þótt hún væri

tiltölulega stíf meðan á blöndun stóð. Augljóslega þarf að finna heppilegri íblöndunarefni (flotefni og þykkingarefni) en nú eru notuð til að tryggja stöðuga flotfræðieiginleika steypunnar. Þessi leit er þegar hafin og lausn er í sjónmáli.

Lokaorð

Verkefnið er komið vel á veg. Gerðar hafa verið yfir fimmtíu prófblöndur með ýmsum gerðum af sementi, þykkingar- og flotefnum. Það er hinsvegar ekki auðvelt að hanna framleiðslustöðuga (robust) sjálfútleggjandi steinsteypu með svo litlu sementi sem hér er stefnt að en flotfræðin hefur (rheology) verið mikil hjálp í þeirri leit. Hafa ber í huga að sementshlutfall í venjulegri sjálfútleggjandi steinsteypu er að jafnaði 50% meira en stefnt er að með umhverfivænu steinsteypunni (og í Þýskalandi er t.d. notað tvöfalt meira af sementi/flugösku í sjálfútleggjandi steypu).

Umhverfisvænni steinsteypu geta fylgt ýmsar breytingar. Meðal þeirra mikilvægustu eru meiri notkun flotefna og kröfur til sements og einsleitni fylliefna. Rýrnun gæti minnkað verulega með minnkandi efjuhlutfalli steypunnar, t.d. úr 30% í 25%.

Kyoto samningurinn er vissulega mjög mikilvægur frá vistfræðilegu sjónarmiði séð, en því miður gæti hann lagt stein í götu sementsgæða. En að líkindum þrengir hann að notkun sements með tíð og tíma.

Þegar á allt er litið er hefur verkefnið gengið framur vonum og niðurstöðurnar hafa þegar komið að notum í steypuiðnaðinum (Kárahnúkavirkjun).